

Fakulta strojního inženýrství
Ústav konstruování

Faculty of Mechanical Engineering
Institute of Machine and Industrial Design

Design sněžného skútru

Design of Snowmobile

Diplomová práce
Diploma thesis

Autor práce: **BcA. Pavel Červený**
Author



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN SNĚŽNÉHO SKÚTRU

DESIGN OF SNOWMOBILE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BcA. PAVEL ČERVENÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

MgA. DAVID KARÁSEK

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): BcA. Pavel Červený

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301T008)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Design sněžného skútru

v anglickém jazyce:

Design of Snowmobile

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu sněžného skútru.

Návrh musí splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle diplomové práce:

Cílem diplomové práce je vytvořit design sněžného skútru.

Diplomová práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Vývojová, technická a designérská analýza tématu
2. Variantní studie designu
3. Ergonomické řešení
4. Tvarové (kompoziční) řešení
5. Barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně-technologické řešení
7. Rozbor dalších funkcí designérského návrhu (psychologická, ekonomická a sociální funkce).

Forma diplomové práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, designérský poster, ergonomický poster, technický poster, model.

Výstup RIV: funkční vzorek

Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.

JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.

NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.

TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.

WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.

LIDWELL, W., HOLDEN, K., BUTLER, J.: Universal Principles of Design. Gloucester : Rockport, 2003.

LIDWELL, W., MANASCA, G.: Deconstructing Product Design. Beverly : Rockport, 2009.

Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

Vedoucí diplomové práce: akad. soch. Josef Sládek

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 16.11.2012

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce se zabývá návrhem sněžného skútru s hybridním pohonem. Toto spojení má potenciál v blízké budoucnosti vytvořit novou kategorii sněžných skútrů, což je hlavní motivací. Cílem je komplexní návrh, který reflektuje ergonomické a konstrukční požadavky, těžiště práce se ovšem soustředí na design, který se vymezuje vůči stávajícím řešením a přidává nadčasovost a eleganci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Sněžný skútr, hybridní, design, koncept

ABSTRACT

This thesis deals with design of snowmobile with hybrid drive. Such a kind of product is supposed to create a new category of snowmobiles in the near future, which is main motivation point. The aim is to design comprehensive product reflecting ergonomical and technological requirements. Center of focus of the project is design that brings new elegant timeless solution.

KEYWORDS

Snowmobile, sled, hybrid, design, concept

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČERVENÝ, P. *Design sněžného skútru*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 68 s. Vedoucí diplomové práce akad. soch. Josef Sládek

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je mým původním dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerá literatura a zdroje, z nichž jsem během vypracovávání diplomové práce čerpal, uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Brně dne 17. 5. 2013

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval všem, kteří mě podporovali během studia a tvorby diplomové práce, zvláště pak rodičům a vedoucímu MgA. Davidu Karáskovi za přínosné konzultace.

OBSAH

ABSTRAKT	1
KLÍČOVÁ SLOVA	1
ABSTRACT	1
KEYWORDS	1
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE.....	1
PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI.....	3
PODĚKOVÁNÍ.....	5
OBSAH	7
ÚVOD	9
1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA.....	10
1.1 Rusko-vrtulové saně	10
1.2 Američtí konstruktéři „skútrů“	11
1.3 Bombardier	12
1.4 Polaris	13
1.5 Yamaha.....	15
1.6 Závěr.....	15
2 TECHNICKÁ ANALÝZA.....	16
2.1 Základní komponenty	16
2.2 Pohonný systém.....	16
2.2.1 Hybridní pohon.....	17
2.2.2 Akumulátory	17
2.2.3 Alternativy elektromotorů	18
2.2.4 Pohonný pás.....	18
2.2.5 Spalovací motory ve sněžných skútrech.....	18
2.2.6 Prostorový rám	18
2.2.7 Vojenské technologie	19
2.3 Závěr.....	19
3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA	20
3.1 Úvod	20
3.2 Současné koncepty	20
3.2.1 Yamaha Snowbike.....	20
3.2.2 Dominic Schindler Creations Snowmobile	21
3.2.3 Návrh závodního skútru	21
3.2.4 Igarashi Design Snowmobile.....	22
3.2.5 Koncept Nanuq	23
3.2.6 Yanko Design Snowmobile	23
3.3 Design současných skútrů	24
3.4 Závěr designérské analýzy.....	24
3.5 Shrnutí	25
4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	26
4.1 Varianta 1	26
4.2 Varianta 2	27
4.3 Varianta 3	28
4.4 Vlastní návrh	29
5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	30
5.1 Poloha jezdce.....	30
5.2 Ovladače a sdělovače.....	33

6 TVAROVÉ (KOMPOZIČNÍ) ŘEŠENÍ.....	34
6.1 Proces navrhování.....	34
6.2 Přední část skútru.....	36
6.3 Trup skútru.....	37
6.4 Design lyží	38
7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ.....	40
7.1 Barevnost	40
7.2 Grafika	40
7.3 Barevné varianty	41
7.4 Grafika přístrojového štítu	42
8 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ	44
8.1 Akumulátory	45
8.2 Spalovací motor	45
8.3 Elektromotor	45
8.4 Pohonný pás	46
8.5 Rám.....	46
8.6 Díly kapotáže	47
8.7 Převodovka	47
8.8 Závěsy.....	48
8.9 Osvětlení	48
8.10 Materiál sedla.....	49
9 ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU	50
9.1 Psychologická funkce	50
9.2 Ekonomická funkce	51
9.3 Sociální funkce	52
9.4 Další funkce	52
ZÁVĚR	54
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	55
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	59
SEZNAM PŘÍLOH.....	60

ÚVOD

Diplomová práce pojednává o návrhu sněžného skútru. Jde o dopravní prostředek určený pro jízdu v hlubokém sněhu i na upraveném podkladu, který se využívá jak pracovně, tak rekreačně. Kolébkou sněžných skútrů je Severní Amerika, ale jsou samozřejmě užitečným dopravním prostředkem ve všech horských a severských oblastech. Obvykle je určen pro jednu až dvě osoby, jezdec zatáčí pomocí lyží umístěných vpředu a k pohonu slouží motorem poháněný nekonečný pás. V nabídce současné produkce se objevují stále nové kategorie, takže lze vybrat stroj určený pro sport v hlubokém sněhu, na delší cestování po upravených tratích nebo naopak vhodný pro velký náklad a tažení břemen nebo dokonce speciální dětský.

Tato práce bude zaměřena na sněžný skútr výkonnostně střední kategorie pro dvě osoby, který je určen jak pro sport, tak pro převoz nákladu. Prioritami bude design i koncepci odlišit od stávajících modelů, ty jsou až příliš jednotné napříč značkami a je proto mojí motivací takový stav změnit. Hlavní myšlenkou je ubrat na agresivitě a naopak přidat na eleganci, ale při zachování dynamického designu. Přístup k návrhu bude ovlivněn i dalším cílem, a to použitím hybridního pohonu. Ač je předem jasné, že tento druh pohonu má jisté nedostatky, mým cílem bude zjistit, zda nepřevyšují nad výhodami a navrhnout tak optimální řešení, které by bylo možné uvést na trh. A ten možná právě na takový skútr čeká. Dosud žádný takový na trhu není, ačkoliv ve vyspělém světě se vztah k životnímu prostředí stal hodně diskutovaným, moderním a i politickým tématem. Ve Spojených státech je kritizována možnost jezdit sněžnými skútry v některých částech národních parků a existují snahy o její omezení nebo zrušení. Hlavními spornými body jsou zplodiny a hlučnost skútru a to by ideálně řešil hybridní pohon, částečně schopný provozu pouze v elektrickém režimu. Významnou motivací pak pro mě byla i soutěž vypsána kanadskou armádou, která žádá vývoj nebojového hybridního sněžného skútru pro kontrolu rozsáhlých území na severu, jehož devizami by byla velmi malá hlučnost, ale dostatečný akční rádius.

Věřím proto, že dané téma se věnuje řešení, které by vyplnilo mezeru na trhu jednak druhem pohonu a navíc by přidalo neotřelý, moderní a osobitý design. To jsou silné argumenty pro úspěšné uplatnění v praxi. Cílem je navrhnout vyvážený celek na jedné straně s vysokou estetickou hodnotou a zároveň na straně druhé s realizovatelnou konstrukční a technickou částí a vybranými konkrétními komponenty. Design bude směřovat na blízkou budoucnost, v některých případech bude použita velmi moderní technologie, u které se očekává rozšíření z konceptů a studií do sériové výroby, díky čemuž dojde ke zlevnění. V neposlední řadě pak bude kladen důraz na ergonomii. Ta, nejen u sněžného skútru, ovlivňuje komfort i bezpečnost provozu, proto budu klást důraz zvláště na pozici osob za říditky, podobu sdělovačů, ovladačů a osvětlení.

1 VÝVOJOVÁ ANALÝZA

Analýza historie sněžných skútrů má za cíl především zjistit, jak probíhal vývoj od prvopočátků tohoto typu dopravy. Díky tomu bude možné lépe porozumět tématu, stanovit dopad na současnost a díky tomu i lépe odhadnout budoucnost sněžných skútrů a navrhnout odpovídající design vlastního návrhu. Při pátrání v historii se dostaneme až do devatenáctého století. Vynález parního stroje tehdy znamenal prudký rozvoj dopravy, především nákladní, ale později i osobní. Od konce století byl parní pohon postupně nahrazován spalovacím motorem. Díky němu se objevily první v praxi použitelné automobily a motocykly, ze kterých nedlouho poté přestavbou začaly vznikat předchůdci sněžných skútrů, např. upravená lokomotiva Lombard Log Hauler a automobil Ford T. Díky použití pásů a předních lyží se vzdáleně přiblížily sněžným skútrům. [1]



Obr. 1 Lombard Log Hauler [67]

1.1 Rusko-vrtulové saně

Významnou kapitolou v historii sněžných dopravních prostředků sehrálo Rusko, kde se v první polovině 20. století řada leteckých inženýrů věnovala tzv. aerosaním. Jednalo se o saně poháněné vrtulí, které velikostí a použitím odpovídaly skútrům. Jedním z prvních, kdo aerosaně zkonstruoval, byl S. S. Něždanovskij a v roce 1910 rumunský konstruktér Henri Coanda, který využil turbovrtulový motor. [2] Pokračovateli této myšlenky byli Igor Sikorskij a A. N. Tupolev, který se proslavil saněmi ANT I-IV, jejichž vývoj urychlila 1. světová válka. [3] Potřeba dopravy na věčně zmrzlé Sibiři vedla k vývoji dvou slavných aerosaní NKL 26 a GAZ RF 8, zkonstruované M. K. Veselovskym poprvé s automobilovým motorem. Tyto saně sloužily ve 2. světové válce, ač vojákům neposkytovaly dobrou ochranu. [4] [5]

Tímto ovšem vývoj v Rusku až na několik výjimek skončil a těžiště se přesunulo do Ameriky.



Obr. 2 Sikorského vrtulové saně [66]

1.2 Američtí konstruktéři „skútrů“

1.2

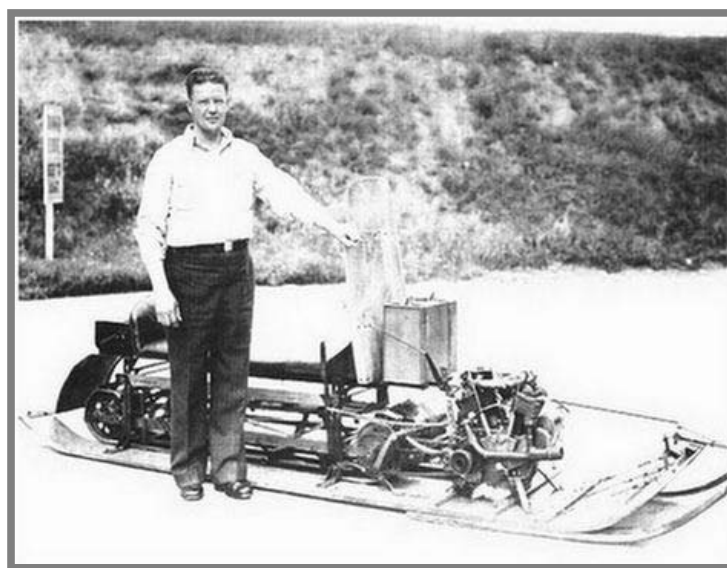
Dostáváme se k historii sněžných dopravních prostředků na americkém kontinentu, Američané byli společně s výše zmíněnými Rusy největšími hybateli tohoto odvětví. Jeden z prvních pokusů o stavbu sněžného skútru se objevil roku 1913 a nejednalo se o nic jiného, než o přestavbu Fordu T. Vůz byl poháněn dvojicí pásům podobných kovových řetězů na dvojnápravě, opatřený dvěma lyžinami vpředu a vznikl pod vedením Virgila Whita. Přestavba se stala populární zejména ve dvacátých letech, kdy z linek sjelo na 25000 kitů. [6]

Ve stejném roce spatřil světlo světa i „motor bob“ Waltera Davidsona a Billa Harleyho a záhy byl přestavěn na zimní verzi. Unikátní a významné bylo, že šlo o přestavbu motocyklu a byl tedy určen pro jednoho jezdce, jako tomu je ve většině případů dnes. [7]



Obr. 3 Harley-Davidson Motor Bob [71]

Dalším významným počinem byla práce Carla Eliasona, jehož projekt byl roku 1927 patentován. Jde o vůbec první sněžný skútr, ač byl nazván jako „motor toboggan“. Už od roku 1924 se objevují první výsledky jeho úsilí o dopravní prostředek pohybující se po sněhu, se dvěma předními říditelnými lyžinami a pásem vzadu. Nad tímto pásem bylo sedlo pro dvě osoby. Motor s výkonem pouhých dva a půl koně byl nekrytý. Postupně byly uváděny vylepšené modelové řady, výroba však zůstávala kusová, nejvíce se prodalo od roku 1941 do 1947, a to 300 kusů. Po Druhé světové válce už firma nezískala takové jméno jako jiní konkurenti a po roce 1964 výroba skončila. [8]



Obr. 4 Carl Eliason a jeho Toboggan [68]

1.3 Bombardier

Velkou kapitolou v dějinách sněžných skútrů je příběh kanadského konstruktéra Josepha Armanda Bombardiera. Ten už jako patnáctiletý, tedy v roce 1923, postavil prototyp sněžného skútru, který se velmi podobal ruským aerosaním, ačkoliv on sám o ruské produkci neměl ponětí. Ze školy odešel brzo a pracoval nejprve u otce a pak ve své vlastní garáži, kde opravoval automobily. V roce 1933 následoval další pokus o sněžný vůz, ale nebyl příliš praktický, tak se neprosadil. Do roku 1936 vyvinul sněžný autobus, předchůdce rolby a také skútr B7, kterého se hned v prvním roce prodalo 12 kusů. Začal také spolupracovat s kanadskou armádou, které dodával úspěšný model B12. Především díky němu Bombardierova firma prodala v druhé polovině padesátých let téměř 3000 vozidel. Největší model, C18, byl určen až pro 25 cestujících. Revoluci znamenalo uvedení malých čtyřdobých motorů na trh. To bylo přesně to, co Bombardier potřeboval, aby se nabídka mohla rozrůstat. V roce 1958 tak mohla vzniknout řada Ski-Doo, která je považována za zcela první model sněžného skútru, jak ho známe dnes. Rozměry se totiž radikálně zmenšily a cena byla mnohem menší než u dosavadních modelů. Ski-Doo se stal prodejním hitem a poprvé také sloužil k rekreačním účelům jednotlivců, vznikl tak úplně nový sport. Ke konci Bombardierova života prodeje dosahovaly 8000 strojů

ročně (1964). V sedmdesátých letech se pak začaly pořádat závody na sněžných skútrech. [9] [10]



Obr. 5 První skútr Ski-Doo [9]

V roce 1971 se začal prodávat model Elan, který se stal symbolem pro rekreační jízdy na skútru. Blizzard byl naproti tomu navržen pro závodění a bylo možno si do něj vybrat až šest motorů o objemu 400 až 750 cm³, v modelovém roce 1972 byl poprvé použit rotační ventil, který umožňuje zvětšit kompresní poměr motoru a významně snížit hmotnost hlavy válce. Díky expanzi slavil Bombardier už o dva roky později milion prodaných kusů. Rok 1974 byl zlomový z hlediska služeb pro tisíce nových majitelů. Byly vytvořeny první tratě speciálně určené pro sněžné skútry, což současně souviselo s výrobou rolb, které upravovaly ony tratě. Bombardier byl také oficiálním dodavatelem veškerých sněžných dopravních prostředků na několika olympijských hrách. Roku 1993 pak byla na trh uvedena nová série Summit, navržená přímo pro jízdu hlubokým sněhem ve vysokohorských podmínkách. V roce 2002 přišla menší revoluce v přístupu k navrhování nových strojů. Přišel model Rev, který radikálně zmenšil hmotnost rámu díky použití hliníku, posunul pozici jezdce více vpřed, doprostřed skútru. Celkově ergonomie doznala značných změn, tlačítka se zvětšila, aby šla lehce ovládat v rukavicích, a snadnější byla i údržba motoru, zvláště díky bočním krytům, které lze odmontovat bez použití náradí. [11] [9]

Motorem pokroku byly závody, které hnaly především větší výrobce k masivnímu technickému vývoji a investicím do nových řešení a materiálů.

1.4 Polaris

Zakladatelem společnosti Polaris byl Edgar Hetteen, „otec sněžného skútru moderní podoby“. Kvůli sněžným skútrům předčasně opustil školu, ale mohl se jim věnovat stejně jen v přescasech, až v roce 1954 přišel zlomový bod a firma vyrábějící zemědělské vybavení přešla na výrobu skútrů a přejmenovala se na Polaris. [12]

V následujících letech se pracovalo na uvedení nového modelu. Jednalo se o řadu Sno-Traveler, stále však šlo o zavalité vozidlo vážící téměř půl tuny, jehož rychlost byla do 32 km/h. Jako důkaz spolehlivosti a všestrannosti se Edgar Hetteen rozhodl podstoupit 1900 km dlouhý přejezd Aljašky. Na popularitě sice získal, ale utrpěla společnost Polaris samotná. Cesta byla totiž dlouhá a nepřítomnost vedení se na dalším vývoji značně projevila. Proto Edgar Hetteen krátce na to odstoupil a založil novou společnost Polar Manufacturing, později Arctic Enterprises, dnes Arctic Cat, taktéž vyrábějící čtyřkolky a skútry. [12]



Obr. 6 Polaris Sno-Traveler [64]

Na začátku šedesátých let vše směřovalo ke zmenšování skútrů a zaměřování se na přepravu jednotlivců. Polaris musel reagovat na produkci firmy Ski-Doo a uvést na trh model s motorem vpředu a dostupný cenou. V roce 1964 byl uveden model Comet, který měl sice potenciál, ale brzy se u něj projevily problémy. Nemohl být provozován za všech typů sněhových podmínek. Připsal si jedno důležité prvenství, byl prvním modelem Polarisu s motorem vpředu. Zastupující model přišel rychle, použil se nový typ lyžin a o rok později než Comet se začal prodávat typ Mustang, který se stal prodejním hitem. Následníci modelu Mustang pak v sedmdesátých letech úspěšně držely nastavenou úroveň a díky nim se Polaris stal jednou z nejvýznamnějších firem v oboru. To už však nebyl v rukou rodiny Hetteenů, ale pod společností Textron. Důležité technické novinky dostaly modely TX-L (chlazení kapalinou) a RX-L (nezávislé zavěšení lyžin). Roku 1981 téměř došlo k uzavření továrny, nakonec se firma jen transformovala do Polaris Industries. Zbylo 100 zaměstnanců, kteří v roce 1982 smontovali 5000 skútrů. Dosluhující model Cutlass ustoupil daleko modernějšímu Indy, konkrétně Indy 500 byl následně vyhlášen i sněžným skútretem desetiletí. [12] [13]

1.5 Yamaha

1.5

Nápad s přestavbou motocyklu na sněžný skútr se neobjevil jen v Americe a Rusku, ale také v Japonsku. V 50. letech konstruktér Tatsuharu Nishiyama dokončil práci na svém „Todoroki-go“. Až roku 1968 však byl ohlášen testovací model SL350 a o rok později první produkční verze, SL351. Yamaha se dokázala dostat na špičku vývoje, důkazem budiž výhra na mistrovství světa 1971 v Eagle River a současně zisk poháru konstruktérů. Yamahy se staly známými i svou kapotáží typickou hranatým tvarováním a mohutným vyoseným sáním, pro nějž se jim přezdívalo „Flying saucer“, tedy létající talíř. V roce 1976 pak přišel překvapivě jednoválcový model ET250. Tou dobou už se prodalo na 200 000 sněžných skútrů této značky. Designovou ikonou se stal model Phazer, měl totiž světlo a krycí štítek oddělený od motorového prostoru. [14]



Obr. 7 Yamaha Phazer, 1984 [14]

1.6 Závěr

1.6

Většina skútrů je jednopásová, existují však i dvoupásové modely. Dnes jde o raritu vyráběnou pouze dvěma výrobci na světě, ruským Buranem a italskou Alpinou. [15] [9] Je zřejmé, že nejde o sportovní modely, jako spíše o pracovní stroje se silným motorem. Montáž dvou pásů znamená zlepšení trakce při převážení těžkého nákladu nebo při jízdě v hlubokém sněhu. Tyto skútry jsou vhodné pro tažení závěsných saní nebo různých nástaveb pro úpravu tratí a sjezdovek. Pro sportovní využití a běžné praktické modely stačí jeden pás.

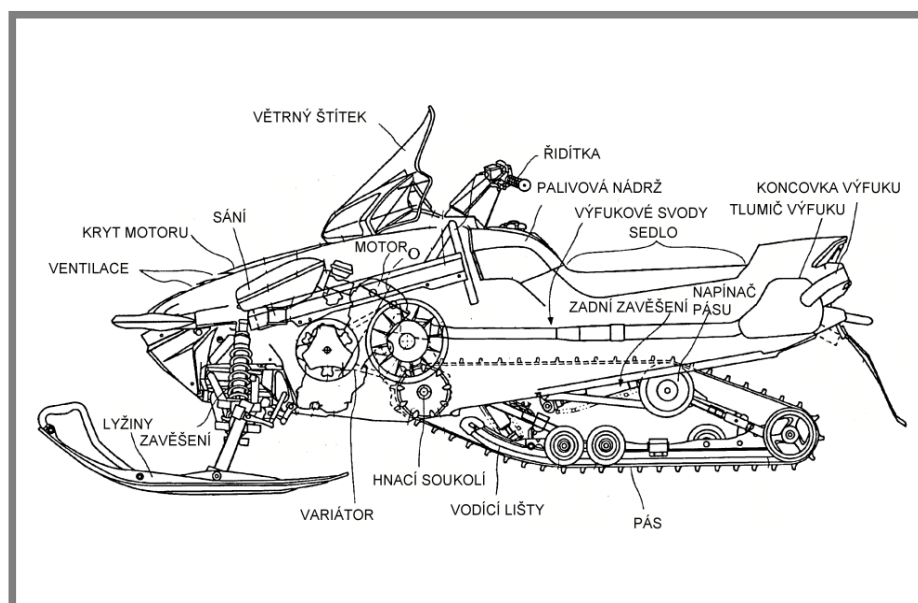
Historický vývoj ukazuje cesty, jakými se pravděpodobně budou ubírat nové generace skútrů. Jednou z nich je snížení hmotnosti, a to zásluhou použití moderních materiálů a výrobních procesů. Dalším aspektem je komfort jezdce a bezpečnost, což spolu souvisí. Více úkolů bude mít na starosti palubní počítač, zatímco řidič se bude moci soustředit na bezpečnou jízdu i díky vylepšeným sdělovačům. Technicky se pak bude zlepšovat systém odpružení a účinnost motorů, v jejímž důsledku budou sněžné skútry ekologičtější.

2 TECHNICKÁ ANALÝZA

Na základě technické analýzy získám potřebné podklady k návrhu skútru, který nebude jen designovou vizí, ale zároveň by bylo možné ho realizovat, jelikož budou zachovány základní konstrukční charakteristiky. Předmětem této kapitoly tedy bude aspoň přibližný výběr vhodných součástí pro skútr a stanovení, zda je vhodné použít hybridní pohon.

2.1 Základní komponenty

Hlavním komponentem sněžného skútru je rám, k němu je připevněn motor s tlumícími prvky tak, aby byla eliminována většina vibrací při provozu a ty se tak nepřenášely do ostatních částí. Motor je spojen s bezstupňovou převodovkou CVT, která průběžně a plynule automaticky mění převod. Síla se následně přenáší na hnací hřídel, která pomocí soukolí pohání pás. Ten je zavěšen vodícími lištami a systémem koleček, jež zároveň ve spojení s vinutými pružinami a tlumiči tvoří zadní odpružení. Nad pásem je veden výfuk, nad kterým pak je sedlo. Řídítka jsou spojena s lyžinami, které umožňují zatáčení a jsou také nezávisle odpružena. Významnou součástí pak je samozřejmě brzda, u novějších, výkonnějších strojů se jedná o kotoučovou a nachází se v zadní části motorového prostoru. [16]



Obr. 2 Schéma pohonných součástí [70]

2.2 Pohonný systém

Jedním z důležitých motivačních bodů pro mě byla možnost snadné úpravy navrženého skútru na vojenskou verzi pro potřeby kontroly rozlehlých území v Kanadě. A zásadní požadavek je hybridní pohon, proto se v analytické části budu soustředit i na stávající řešení hybridních pohonů. [17] Tento pohon by totiž měl své opodstatnění rovněž v civilní verzi. V Severní Americe, kde leží těžiště odbytu sněžných skútrů, je ekologie stále více diskutovaným tématem. Za určitých podmínek je navíc možné provozovat skútr i v národních parcích, což je dlouhodobě

kritizováno kvůli hlučnosti a emisím. A právě tyto dvě zásadní vlastnosti by byly pozitivně ovlivněny použitím hybridního pohonu. [18]

2.2.1 Hybridní pohon

2.2.1

Základně lze hybridní pohon rozdělit na sériový a paralelní. Paralelní systém umožňuje jak pohon čistě elektrický, tak pouze spalovacím motorem. Výhodou je, že každý z motorů pracuje tehdy, kdy je to nejvýhodnější, díky spalovacímu motoru je snazší dosáhnout maximální rychlosti a navíc oba motory mohou pracovat společně, elektromotor může podpořit akceleraci a dočasně tak zvýšit výkon. [19] [20]

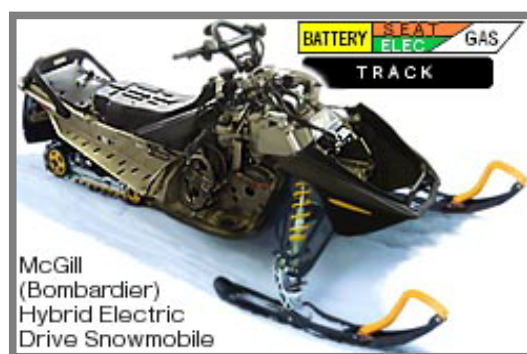
Naopak u sériového řešení spalovací motor není přímo mechanicky spojen s pásem. Slouží jako zdroj energie při vybití akumulátorů, takže dle aktuální potřeby výkonu buď pomocí generátoru pohání přímo elektromotor, nebo dobíjí baterie. Výhodou je, že pracuje vždy v ideálních otáčkách, čímž se snižuje hlučnost i emise. Dalším plusem je menší složitost celého pohonného systému. Toto řešení je také někdy označováno jako hybrid s range-extenderem. [21] [22]

2.2.2 Akumulátory

2.2.2

Problém, který se objevuje u hybridního řešení pohonu, je funkčnost akumulátorů v extrémně nízkých teplotách. Motocykly i automobily se v takových podmínkách provozují výjimečně, sněžné skútry však permanentně. Zřejmě z tohoto důvodu a kvůli větší hmotnosti a prostorovým nárokům nejsou hybridní skútry tak rozšířené. Nejběžnější typy akumulátorů jsou NiCd, které jsou nejlevnější, ovšem mají také nejmenší energetickou hustotu. O stupeň lepší jsou NiMH články, které dnes používá mnoho hybridních automobilů, ale stále ještě nejsou vhodné pro použití ve sněžném skútru. Dalším velmi rozšířeným typem jsou baterie Li-Ion, které jsou používány například u elektrických motocyklů Zero DS nebo Brammo Empulse. Kapacita akumulátorů u těchto modelů je 10 kWh, což stačí v kombinovaném provozu na 120 km, přitom hmotnost motocyklů je 188 a 213 kg. Tyto hodnoty jsou blízké našim představám. V budoucnu se pravděpodobně prosadí akumulátory s ještě lepšími vlastnostmi-jak kapacitou, tak rychlostí vybíjení/nabíjení. Mezi ty patří například Li-Air nebo Zinc-Air. [23] [24] [25]

Hybridní sněžný skútr v běžné produkci zatím není, existuje pouze několik prototypů, vzniklých přestavbou. Většinou jde o iniciativu kanadských vysokých škol, které jsou podporovány místními výrobci (Polaris, Bombardier). Díky těmto projektům víme, že takovou koncepci lze úspěšně zkonstruovat. Mnoho technických detailů však není dostupných. Na obr. 9 vidíme jedno řešení. [26]



Obr. 9 Schéma pohonných součástí [72]

2.2.3 Alternativy elektromotorů

V hybridních pohonech se používá omezené množství typů elektrických motorů, je třeba splnit specifické požadavky na spolehlivost, hmotnost a výkon, točivý moment a chlazení. Nejvíce se používá motor s permanentními magnety. Problémem tohoto motoru jsou drahé magnety ze vzácných prvků, jako je například neodym. Mnozí výrobci se tedy snaží najít i jinou cestu k elektropohonu. Mezi nejlepší alternativy patří indukční motor a spínaný reluktanční motor - ten je nejlevnější variantou, pokud hodnotíme cenu vstupních surovin a vychází nejlépe i ve srovnání zřejmě nejdůležitější hodnoty, hmotnosti. Při stejných rozměrech a obdobném výkonu je zhruba o 15% lehčí než motor s permanentními magnety a o 35% oproti indukčnímu motoru. Společnou charakteristikou pro všechny motory je vysoký točivý moment v nízkých otáčkách, který poměrně významně klesá se zvyšujícími se otáčkami. Výhodou motoru s permanentními magnety je vysoká účinnost a nízká ztráta v mědi a železe, kde zbylá řešení zaostávají. [27]

2.2.4 Pohonný pás

Na pás, jakožto prostředek pohonu skútru, jsou kladeny velké nároky: na jedné straně musí být pružný, aby byl snadno veden kolečky, na druhé však dostatečně pevný a napnutý, aby nedocházelo k omezení funkce a rolování. Pomoci tomu má nejen složitý systém upevnění a odpružení, ale také materiál. Tím je u levných skútrů butylová pryž vyztužená skelným vláknem, u ostatních modelů pak kevlar. Díky jeho použití se zmenšila váha, což je jeden z důležitých parametrů pásu. Jízdní vlastnosti závisí také na délce a šířce pásu. Širší pásy jsou vhodnější tam, kde je potřeba větší trakce, tedy u užitkových modelů, proto některé skútry používají dokonce dva pásy. Nevýhodou je vyšší hmotnost a menší obratnost. Naopak užší a kratší pásy umožňují dobrou manévrovatelnost, ale dokážou přenést pouze malý výkon, vzhledem k malé styčné ploše se více propadají v hlubokém sněhu a také mají malou stabilitu ve vyšších rychlostech. Od dvoupásového řešení se upouští, šířka pásu je standardizována na 15“, tedy 38,1 cm a rozhodující je tedy délka, která se volí podle očekávaného použití. Existuje široká škála od 129“ do 166“, nejčastěji používanou pak je 136“, tedy 345 cm. [28]

2.2.5 Spalovací motory ve sněžných skútrech

Spalovací motory se používají dvoudobé i čtyřdobé. Dvoudobý motor má nejlepší poměr hmotnost/výkon, ale problém tkví v menší účinnosti, což má za důsledek větší spotřebu a znečištění ovzduší. Situace se rapidně zlepší při použití přímého vstřikování. V některých parametrech (emise CO a NO_x) pak dokonce překonává čtyřdobý motor. Výhodou dvoudobého je ale konstrukční jednoduchost a tím pádem menší výrobní náklady a snadnější údržba. Na druhou stranu nedosahuje takové spolehlivosti a tichého chodu jako čtyřdobý. [29]

2.2.6 Prostorový rám

Kostrou skútru je prostorový rám, který ve spojení se závěsy a dalšími komponenty absorbuje rázy od překážek a vypořádává se se silami působícími na skútr během jízdy a ovlivňuje tak jízdní vlastnosti. Podoba rámu stanovuje, kde a jak

bude uložena technika a tím určuje polohu těžiště, které musí být nízko. Mezi nejběžnější materiály, ze kterých lze rám vyrobit, patří ocel. Dnes se však kladou větší nároky na pevnost a hmotnost, proto se více využívá jejich slitin nebo hliníku. Hliník odolává korozi, má třetinovou hmotnost a je v současnosti dominantním materiálem při výrobě rámců. Nejmodernější řešení jsou uhlíková vlákna, ta se však obtížně vyrábí (i opravují) a jsou proto drahá, výhodou je naopak příznivá hmotnost. Po kompletaci stroje je na rám montována kapotáž, jejíž díly tlumí hluk motoru, kryjí jezdce od odletujícího sněhu, chrání motorový prostor od nečistot a jsou hlavními designotvornými prvky. Tyto díly jsou vyrobeny většinou ze sklolaminátu, kevlaru nebo karbonu. Výhodou těchto materiálů je, že jdou relativně snadno tvářet a navíc jsou tenké, rozhodující prvek pro výběr jednoho z materiálů bude především cena. [30] [31] [32]

2.2.7 Vojenské technologie

2.2.7

Mým záměrem je možnost úpravy skútr pro potřeby armády. V současné době žádný takový sněžný skútr neexistuje, nicméně panely karoserie by musely být upraveny tak, aby eliminovaly hlučnost a omezovaly tepelnou stopu. Prostředkem k tomu jsou sandwichové izolační materiály dnes například používané u lodních motorů, které tlumí široké spektrum zvukového vlnění. Výfukové plyny by byly míseny s okolním vzduchem ještě před vstupem do volného prostoru pomocí tzv. bypassu. Barevné řešení pak může být buď bílé nebo s kamufláží CADPAT, která patří mezi tzv. digitální, je tvořena pomyslnými pixely. [33] [34]

2.3 Závěr

2.3

Sněžné skútry současné produkce mají obvykle délku kolem 3 metrů, rozchod lyží do jednoho metru, hmotnost se pohybuje v závislosti na typu okolo 300 kg a cena přes čtvrt milionu Kč. Velikost se samozřejmě odvíjí od použitého motoru a koncepce buď pro jednoho nebo dva jezdce, případně ještě s úložným prostorem.

Technická analýza je důležitým bodem před samotným návrhem designu, pomohla k uvědomění si, kde leží mantinely výroby a techniky, jaké jsou rozměry sněžných skútrů a obvyklá cena. Hybridní ústrojí bude dražší, ale přináší benefity, díky kterým je navýšení ceny, stejně tak jako hmotnosti, akceptovatelné.

3 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA

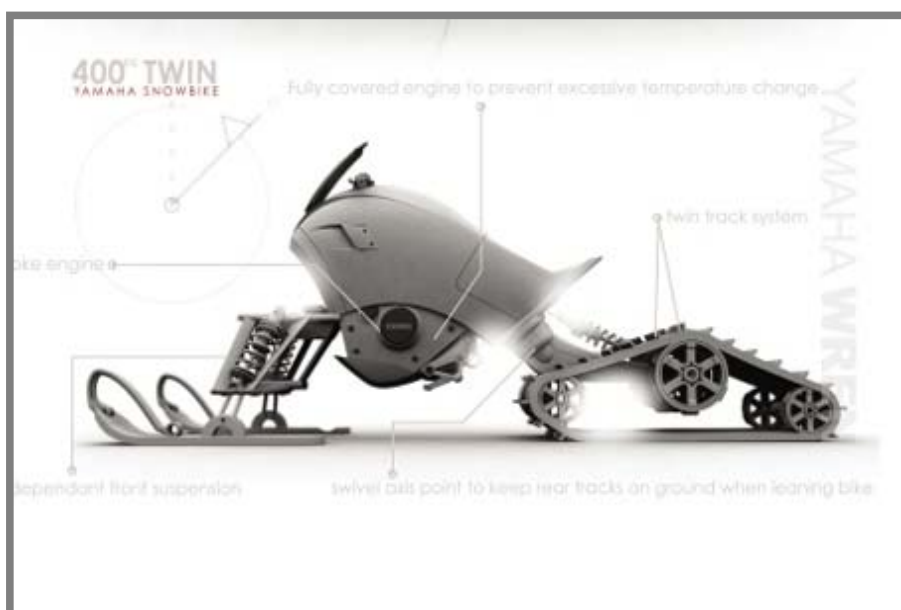
3.1 Úvod

Cílem designu vlastního návrhu je vymezit se vůči současným produktům, analýza zhodnotí dnešní běžné sněžné skútry i koncepty designérských studií. Je předpokladem, že v návaznosti na vývojovou analýzu bude následně možné určit trendy budoucnosti. Tato analýza bude zároveň inspirací pro vlastní návrh, ale i příkladem, jak problematika nemá být řešena.

3.2 Současné koncepty

3.2.1 Yamaha Snowbike

Prvním zajímavým konceptem je Yamaha Snowbike, svým „rozkročeným“ designem působí rozložení hmot sportovně. Konstrukcí s důrazem na nízkou hmotnost a dobrou ovladatelnost Snowbike napovídá, že je určen pro aktivní rekreaci. Návrh však není dopracován do detailů, z profilu nejsou vůbec vidět říditka a další nezbytné ovládací prvky. Nedostatkem by také byla omezená ergonomie, trup skútru působí velmi subtilně, sedlo není téměř žádné, nemluvě o materiálu, na kterém by se mělo sedět, ten zajisté nemůže být stejný, jako celý zbytek krytování. Na druhou stranu zanedbání nebo zjednodušení některých prvků z konstrukce umožnilo vytvořit atraktivní sněžný skútr. Plochy, se kterými se zde volně pracovalo, jsou malé a při jízdě by byly schované pod jezdcem. Z toho plyne, že není vždy za každou cenu nutné vymýšlet složité, těžké nebo jinak nevhodné kryty, aby byla zachována kompaktnost designu.



Obr. 10 Yamaha Snowbike [62]

3.2.2 Dominic Schindler Creations Snowmobile

Dalším sněžným skútre, neobvyklým pro svůj systém pohonu, je návrh od studia Dominic Schindler Creations. [35] Na první pohled pohon dvěma pásy vpředu a velkou lyží vzadu zaujme, na druhý přináší spíše rozpaky, než výhody, ale jde jen o designérskou studii. Pro svůj vlastní návrh je však důležité si uvědomit zápory takového řešení. Problémem by bylo zatáčení a odpružení velkých pásů, které by navíc zhoršily rozložení váhy celého stroje. V hlubokém sněhu skútry využívají schopnosti „plutí“ po sněhu, které je umožněno zadním pohonem a těžištěm uprostřed, které je vahou jezdce posunuto vzad. Dopadem zvolené konstrukce na design je mohutnější přední část, která díky dynamickým křivkám a rozdělení ploch, materiálu a barev působí velmi dobře. Optické rozdělení a zjemnění kapotáže je designérským trikem, když je motorový prostor z konstrukčních důvodů příliš mohutný. Na tomto konceptu oceňuji celistvost designu a návaznost ploch, poměrně dobře je také vyřešen přechod z vysoké a široké přední části do úzké zadní, která je limitována podobou sedadla. Ergonomie opět pokulhává, noha jezdce je nekrytá a spočívá na miniaturní stupačce. Pěkným detailem pak je umístění držáků na lyže nebo snowboard v zadní části, na dosah posádky.



Obr. 11 Dominic Schindler Snowmobile koncept [35]

3.2.3 Návrh závodního skútru

Předchozí popisované modely byly poměrně dobře navrženy, nikoliv však ten následující. Motorový prostor je nedostatečně dimenzován a je nevhodně vysoko, říditka jsou daleko od malého a, vzhledem k téměř ležící poloze řidiče, nepohodlného a ergonomicky nevyhovujícího sedadla. Nohy by musely být nepohodlně skrčené, jelikož místo pro jejich opření je kousek pod sedadlem. Nejsou navíc nijak kryty před sněhem. Nejen že by s ním byly neustále v kontaktu, byly by i nebezpečně blízko pohybujícímu se pásu a jeho závěsům. Na první pohled pak zaujme velká tloušťka pásu a velká délka kontaktní plochy s povrchem země. Zřejmě by tento skútr příliš nemusel, a ani nemohl, zatáčet. Zmíněná délka pásu v kombinaci

s dlouhými lyžemi umístěnými v těsné blízkosti a malým rozchodem lyží by zatáčení ztěžovala. U tohoto skútru se proporce hmot částečně vyrovnají až při nasednutí řidiče, sám o sobě nepůsobí příliš vyváženě, osobně ho považuji za protiklad k dobře vyřešenému předchozímu konceptu. Zde se nepodařilo skrýt masivní přední část designovými prvky.



Obr. 12 Návrh závodního skútru [63]

3.2.4 Igarashi Design Snowmobile

Dalším konceptem sněžného skútru je bezpilotní model od Igarashi Design. [36] Design je asi nejzajímavější ze současných moderních studií, pečlivě vybrány jsou materiály a barevné kombinace, celek působí kompaktně a dravě. Mohutnější motorový prostor a značná délka skútru budou vlastní i mému návrhu, zde se podařilo vše navrhout elegantně doplněnou vhodnou grafikou. U modelu se nezapomnělo na detaily, které povyšují design na vyšší úroveň. Ukazuje se, že mechanické věci, jako je zavěšení lyží nebo vodící lišty pásu, mohou být pěkné například i díky kontrastu barev.



Obr. 13 Koncept skútru na dálkové ovládání [36]

3.2.5 Koncept Nanuq

3.2.5

Koncept Nanuq [37] je navržen jako elektrický s energií dodávanou z palivových článků na vodík. Mnoho nových nápadů se uplatnilo především v koncepci, která je diametrálně odlišná od současné produkce. Jezdec sedí úplně vzadu a má před sebou dlouhou kapotu, pod kterou by byla umístěna technika pohonu. Zajímavým řešením jsou dva pásy umístěné mimo profil trupu. Jezdec sedí mezi nimi v automobilové pozici. Zatímco dnes na skútrech sedí pasažéři v mírném předklonu, zde má skořepinovou sedačku, ve které je pevně usazen a připoután pásy. Těžko říci, do jaké míry by to bylo v praxi užitečné, či výhodné, dnešní skútry totiž řidič vyvažuje vahou vlastního těla, tím se mimo jiné dosahuje rychlejšího průjezdu zatáčkou. Pocit z konceptu je směsí elegance, přiměřené strohosti, dravosti, robustnosti, solidnosti a dynamiky. Problematické by však mohly být rozměry a hmotnost zapříčiněná zvoleným pohonem, který by rovněž bylo složité udržovat a vůbec provozovat v horských oblastech (vodíkové doplňovací stanice). U předchozího i tohoto konceptu pak dobře působí kryty zavěšení těsně nad bílé lakovanými lyžemi, které vhodně doplňují celkově čistý design.



Obr. 3 Obr. 33 Koncept Nanuq [37]

3.2.6 Yanko Design Snowmobile

3.2.6

Yanko Design Snowmobile je skútr s uzavřenou kabinou s několika zajímavými nápady. Lyže jsou po designové stránce pěkné a originální, ale těžko by se řídily a odolávaly by namáhání. Celá karoserie bohužel působí laminátově a trochu archaicky. Nevhodně je zvolen tvar zpětných zrcátek, který nenavazuje na žádný z detailů skútru, a to ani barevně. Právě tady se měla uplatnit červená, která by byla spojujícím prvkem lyží a dalších doplňků. Pro větší dynamiku návrhu by bylo třeba ostřejších hran. Problémem by byl i výhled z kabiny, sloupek je veden přesně směrem, jakým řidič hledí ven.



Obr. 15 Uzavřený sněžný skútr od Yanko Design [65]

3.3 Design současných skútrů

Jedním z nejúspěšnějších výrobců poslední doby je Ski-Doo. Design plný malých lomených ploch, který působí agresivně, je typický i pro ostatní současné výrobce. To je výzva pro všechny nově vyvíjené sněžné skútry, že se mohou posunout dál. Výrazná bývá i grafika, která nadále roztříští už tak malé plochy rozdělené ostrými hranami. Oproti konceptům mají skutečné skútry optimální ergonomii i funkční stránku. U některých skútrů pak je výrazně barevně a materiálově oddělena přední část od zadní. Dynamiku zvyšuje klínovitý profil, zužující se zadní část a příkřená přední část.



Obr. 16 Uzavřený sněžný skútr od Yanko Design [69]

3.4 Závěr designérské analýzy

Z rozboru designu konceptů a produkčních sněžných skútrů vyháží najevo, že nositeli dynamiky jsou křivky. Ač různě zpracované, definují jasně tvar a u většiny

zmíněných designů reflektují současné trendy. Opačným příkladem je návrh od Yanko design, který ztrácí na atraktivitě kvůli jejich absenci a nepůsobí moderně. V rámci zachování funkce, spolehlivosti a výrobních nákladů je vhodné zachovat klasickou koncepci se dvěma říditelnými lyžemi vpředu a pohonným pásem vzadu. Ani krytování kabiny není ideálním řešením z hlediska hmotnosti, praktického používání a polohy těžiště. Druhým extrémem je Snowbike, který je použitelný jen na krátkých trasách a v pozici ve stoje.

3.5 Shrnutí

3.5

Analýza historických i stávajících produktů mi umožnila vytvořit si velmi dobrý přehled o produkci a vývoji sněžných skútrů a odhadnout budoucí vývoj. Inspiraci je možné čerpat ve velkém množství modelů z dob minulých, především konstrukční stránku věci pak porovnat se současnými produkty, které mají díky letitému vývoji málo nedostatků. Nejvýznamnější přidanou hodnotou tak bude design, jenž by se měl částečně vymykat stávajícím zvyklostem, a hybridní pohon. Chtěl bych se zaměřit na takovou formu, jejíž silnou stránkami bude dynamika, jednoduchost a síla v detailu, jako je kupříkladu návaznost světlometů na tvar kapotáže. Jednou z výhod minimalistického designu je nadčasovost. Tvarování musí vyzdvihnout ladnost a pocit pohybu a potlačit kvůli hybridnímu pohonu větší přední část.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Prvním krokem po rešení tématu jsou ideové skici, ve kterých designér realizuje své nápady a vize. Z jejich širokého výběru pak volí užší spektrum těch lepších a dále je rozpracovává v detailech a z různých pohledů. Z rychlých náčrtů vznikají podrobnější a názornější skici s reálnějšími proporcemi a tvary. V této fázi se začíná rýsovat několik variantních studií, ze kterých vzejde finální návrh.

4.1 Varianta 1

První varianta byla favoritem už od prvních skic, bořila totiž zažitou koncepci tvaru sněžných skútrů, působí celistvě, a přesto zachovává možnost použití stávající techniky. Základní myšlenkou je dynamicky působící klínovitý profil a dvoubarevné lakování zdůrazňující lehkost návrhu. Bohužel po vytvoření modelu už tento design nevypadal tak atraktivně, zvláště z předního pohledu je příliš mohutný a těžkopádný. Další nevýhodou je poloha sedadla, kvůli zachování jednoduchého profilu, na kterém celý návrh stojí, je poměrně vysoko. Není to problém ergonomický, jako spíše konstrukční. Toto řešení by způsobilo ve spojení s hybridním pohonem posunutí těžiště nahoru, což je neakceptovatelné, zvláště když uvažíme, že se vytratil původní záměr dosáhnout ladného, odlehčeného designu. Skútr se zužuje směrem dozadu. To z určitých pohledů vypadá neotřele a zajímavě, ale zbytečně se tím zvětšuje motorový prostor, ač to není tolik potřeba. Tento návrh svou velkou čelní plochou působí „antiaerodynamicky“ a má to i dopad na špatné rozrážení a odvod sněhu pod skútr a mimo něj. Ergonomické požadavky navíc způsobily, že stupačka, přecházející v zadní křivku, nemohla být tak přímá jako na skice. Rozbila se kvůli tomu návaznost ploch a křivek. Design by mohl být rozpracován dál pouze za cenu ztráty originální myšlenky a návratu ke konvenci.



Obr. 17 Variantní studie designu 1

4.2 Varianta 2

Nosným prvkem dalšího návrhu je vlna přirozeně vycházející z tvaru sněžného skútru. Táhne se od přední části, kde je součástí horní linky světel, v prostřední části přechází ve stupačku, tvoří tímto způsobem dynamický tvar a je ukončena madlem na zádi. Tato varianta, stejně jako předchozí, byla zpracována i ve fyzickém modelu, kde se ověřilo vzájemné působení hmot a proporce. Design je zpracován poměrně detailně, avšak přináší málo inovací, je spíše evolucí stávajícího designu. Znatelný rozdíl je v čistotě designu, ubylo roztříštěných ploch, což je jeden z hlavních cílů diplomové práce. Přední kapota je agresivnější, než u první varianty a je funkčně vhodnější. Před větrným štítkem je poměrně velká plocha, v tomto případě rozdělená prodlouženými úchyty plexiskla. Kontrast k dominantní zelené tvoří tmavý podvozek, kryt motoru v oblasti závěsů lyží a textilie sedačky. Spojujícím prvkem je již zmíněná vlna, která je tímto způsobem zdůrazněna. Díky výraznému barevnému kontrastu skútr působí méně mohutně a dynamičtěji. U návrhu jsem uvažoval s umístěním akumulátoru po stranách od řidítek, proto je v těchto místech skútr poměrně široký s výraznou hranou. Do motorového prostoru se vejde jak spalovací motor, tak elektromotor. Menším nedostatkem daného řešení by byl malý prostor pro převoz nákladu, jen za zadní opěrkou v malé schránce a na ní. Problematickou částí je především rozměrná plocha přední kapoty a hrana, která by měla být dominantní a přecházet od přední masky ke stupačce, ale kvůli zvolenému řešení světlometů zaniká.



Obr. 18 Variantní studie designu 2

4.3 Varianta 3

Třetí varianta je zřejmě nejodvážnější, jsou u ní použita některá netradiční řešení, která ovlivnila finální variantu. Naopak jiná nebyla uznána za dostatečně opodstatněná a neměla konstrukční ani designérské výhody, tudíž použita nebyla. Mezi ně patří například „vykrojení“ pod sedačkou v zadní části. Působí neotřepe, dá se ztvárnit dynamicky a boční plocha díky tomu není tak velká. Nicméně dojem chatrnosti, instalace akumulátorů, větší nároky na rám a konstrukci a prostor pro výfuk znemožnil realizaci tohoto řešení. Dynamická vlna předchozí varianty zde byla změněna-zostřena, aby byla poplatná pojetí návrhu. Zatímco předchozí návrhy využívaly ladných, plynule navazujících křivek, tento je tvořen výraznějšími hranami a ostrými přechody. Členění ploch se přibližuje současným skútrům, ale stále jde o znatelný posun kupředu. Barvy jsem zvolil sportovní, tmavě červená v kombinaci s černou odpovídají agresivnějším tvarům. Přední kapota už není jedna velká plocha, ale nahrává dynamice a přestože je poměrně široká, přidané křivky ji opticky zužují a navíc efektně navazují na světla. Masky a nasávání, a to je největším mínusem této varianty, příliš vychází z automobilového designu. Na druhou stranu prvkem použitým v upravené verzi i ve finální variantě je tmavý pás přecházející od světel k prostřední části a stává se pojítkem dvou tmavých, ryze funkčních ploch.

Nedostatkem je snaha spojit dvě tvarosloví-elegantní a kompaktní s ostře řezaným. To se nepodařilo například u stupaček, kde prohnutá křivka přechází ostrým zlomem v rovnou. Podobný problém se objevil i na zužující se kapotě. Rozdělení ploch podpořené barvami se navíc neslučovalo s cíli práce. Výsledný návrh se musí ještě více odlišovat od současných modelů právě parametrem celistvosti designu.



Obr. 19 Variantní studie designu 3

4.4 Vlastní návrh

4.4

Finální design vychází z nespočtu skic, návrhů a variant. Cíle, které byly stanoveny na začátku projektu, byly splněny, ať se týkaly designu, použité techniky, či ergonomie. Tyto a další oblasti jsou podrobně popsány v následujících kapitolách. Výstupem jsou kromě teoretické části plakáty a model v měřítku 1:7.

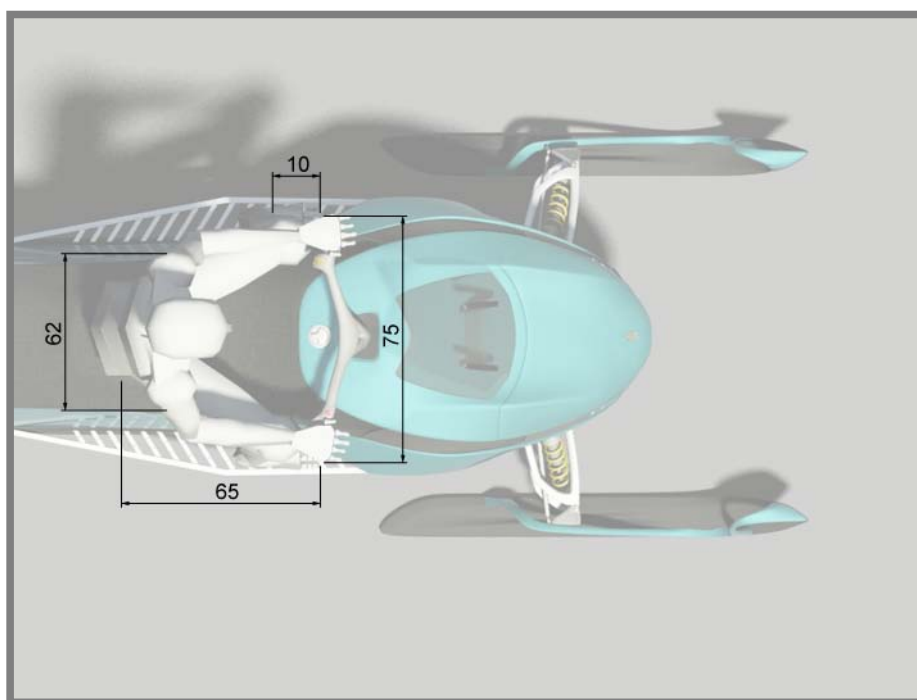
5 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

Sněžný skútr se řadí do ergonomické kategorie F. To znamená, že mezi uživatelem a strojem je pracovní kontakt pomocí ovladačů a sdělovačů. Jedná se o nevýrobní činnost a ovládání je řešeno pouze pomocí rukou. [38] Otázka ergonomie je řešena ve vztahu s celkovou konstrukcí a designem sněžného skútru. Významně ovlivňuje tvar, ale i kontrolu jezdce nad strojem a jeho komfort. Pozice řidiče musí být co nejblíže nad těžištěm, čím dál od něj sedí, tím více cítí nerovnosti, na které najede. V roce 2003 přišlo Ski-doo s novou koncepcí zvanou „rider forward“, která se vžila jako obecný termín pro posunutí polohy řidiče vpřed, tedy nad těžiště. [39] Do té doby bylo zvykem sedět více nad pásem a také níže. Nárazy od nerovného povrchu, vibrace a držení těla jsou hlavními důvody zdravotních problémů při ježdění na skútru.

5.1 Poloha jezdce

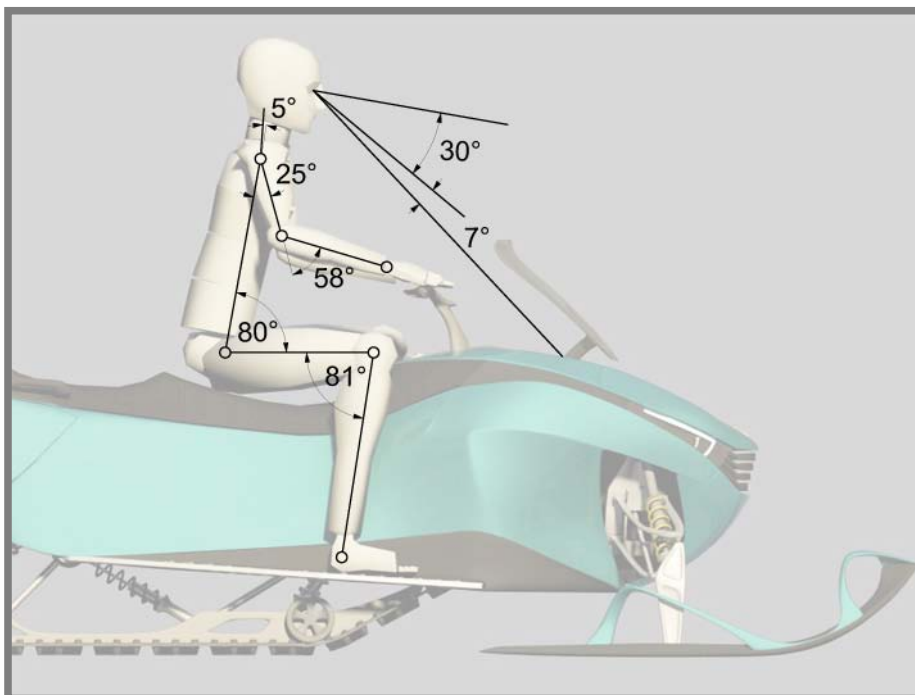
Řidič na skútru nemá tak fixní polohu jako například v autě. Styčné body jsou řídítka, sedadlo a stupačky. Vzhledem k tomu, že skútr je řízen pouze rukama, poloha nohou se může také mírně měnit. A také mění, jízda vyžaduje od člověka aktivitu. Jeho váha značně ovlivňuje jízdní vlastnosti, proto se běžně naklání v zatáčky a vyvažuje tím působící síly. V hlubokém sněhu není neobvyklé jet dokonce vestoje, případně s jednou nohou opřenou na sedačce. Výhodou je, že si většina lidí snadno najde pohodlnou pozici za řídítky bez nastavování sedla. Naopak vždy určitým kompromisem je poloha řidítek, která v dané výšce musí vyhovovat širokému spektru typů osob a to při sezení i vestoje. I přes tyto protichůdné požadavky byl navržen takový tvar, aby kterýkoliv řidič mohl sedět vzpřímeně s narovnanými zády. Častým důvodem nepohodlí až bolesti byl totiž sed v předklonu a zakloněným krkem. K přirozené poloze přispívá i výška sedla nad stupačkou 50 cm a řidítek 25 cm nad sedlem. Sedlo je tvořeno výstelkou, která se při zatížení stlačí a tím pádem se změní i poloha jezdce. Při konstruování skútru je s tímto třeba počítat, aby zmíněné ergonomické hodnoty byly platné právě v tomto stavu. Stehna řidiče pak s trupem svírají doporučený úhel přibližně 90°. [40] Vzhledem k tomu, že se skútr ovládá výhradně pomocí řidítek, jsou na tuto část stroje kladeny vysoké ergonomické nároky. Šířka řidítek je 750 mm, tedy o 130 mm širší, než kolik má standardní muž v ramenou. Z toho vyplývá, že v ramenou dochází k mírné abdukci (upažení) o 20° oproti neutrální poloze, s rezervou do 34°, za kterými končí preferovaná zóna pohybu. Vzdálenost těla od řidítek pak je ideálně 50 cm, což je splněno, samozřejmě s nuancemi podle toho, jak velká osoba řídí. Podstatnou změnou oproti starším sněžným skútrům, zvláště v České republice dosud často provozovaným, je poloha boků vůči kolenům. Bylo zvykem, že kolena byla výše, v novém miléniu se začalo prosazovat ergonomicky lépe vyhovující řešení s boky nad úrovní kolen. Ideálně tento rozdíl činí 10 cm. U 95-percentilního muže (výška 185 cm) se tento rozdíl smazává, nicméně u 50-percentilního (výška 174 cm) je u vlastního návrhu v preferované oblasti 5-15 cm. Vertikální vzdálenost mezi polohou kolene a kotníku má toleranci mezi 20 a 40 centimetry, ideálně 36 cm, což se ovšem značně mění podle fyziologie postavy. Náznornější je údaj o úhlu, který svírá vertikální osa s osou spodní části nohy, ten má hodnotu okolo 30°, což odpovídá ideální pozici kolene zhruba 19 cm před pozicí kotníku. Uživatel má však samozřejmě možnost opřít se o stupačku různými způsoby, tak jak to vyhovuje jemu. Zde zmiňované, z praktických studií vzešlé hodnoty jsou výchozími pro navrhování

ergonomicky odpovídajícího skútru. Jezdcův vzpřímený sed je nazýván standardní a umožňuje přirozené umístění chodidla na stupačce. Jak je vidět i na obrázku 20, koleno je mírně za řídítkem, konkrétně 10-15 cm. Boky v této standardní pozici u standardního muže jsou ideálně 22 cm za kotníky, v našem případě pak 30 cm. Tolerance jsou poměrně široké a například u posledního zmiňovaného rozměru říkají, že je akceptovatelný rozměr 0-40 cm. Shrnutí a potvrzení, kyčel se nachází u 95-percentilního muže 65 cm za řídítky, přičemž se obecně doporučuje vzdálenost do 70 cm. V návrhu bylo dosaženo u většiny hodnot ideálního stavu. To zaručuje, že jezdec se nebude ani při dlouhém a dlouhodobém používání skútru cítit nepohodlně, nebude nadměrně zatěžovat páteř ani přepínat svalstvo. [41]

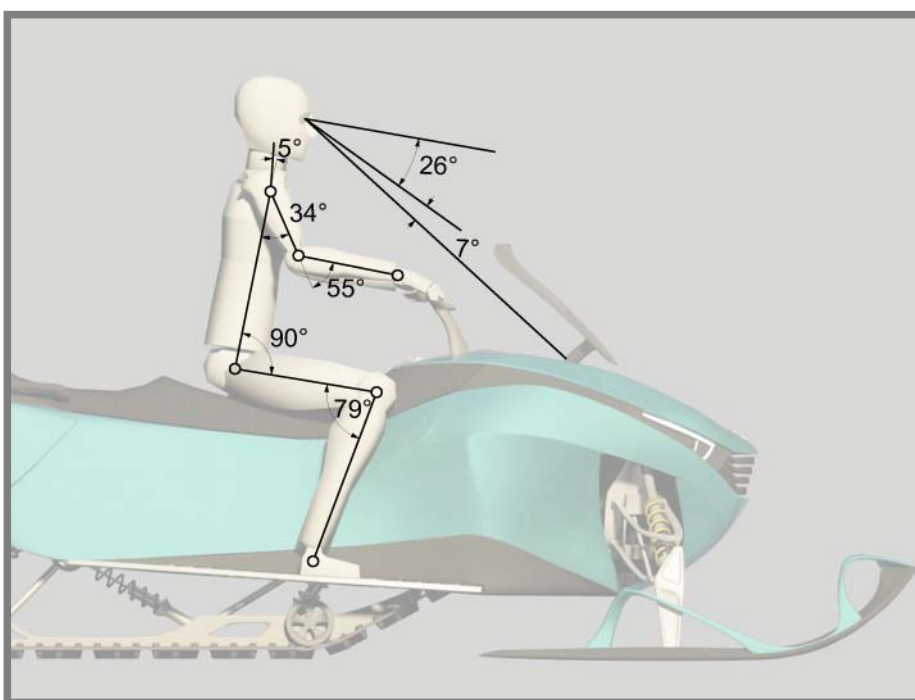


Obr. 20 Ergonomie skútru

Krk je v mírném záklonu 5° od osy těla, podle ergonomické studie je záklon do 15° považován za velmi dobrý. V ostatních rovinách není třeba krk dlouhodobě namáhat, zatímco ruce jsou v pohybu téměř neustále a v různých osách. Ideální úhel v rameni je od -15° do 35° vůči svislé ose těla a v lokti 15° - 100° vůči poloze nadloktí. Poloha dlaní je neutrální, jak lze vidět na modelu člověka na obrázku 21 a 22, kde jsou k porovnání 5- a 95-percentilní muž. Flexe ramena (předpažení) svírá se svislou osou těla úhel 25° , který je v zóně 1, tedy velmi dobrý, navíc je třeba vzít v úvahu, že ruka se opírá o řídítka, čímž je zmírněno zatížení svalstva. V lokti je dosaženo úhlu 58° . V průběhu jízdy nelze stanovit přesnou polohu zápěstí, pohybuje se ovšem minimálně a vždy se vejde do 10° odchylky proti ose předloktí a to představuje komfortní pozici. [42] [43] Poměrně důležité je ovšem správně tvarovat páčku plynu, která je ovládána palcem pravé ruky, a samozřejmě páčku brzdy, která je pouze na levé straně. Pro lepší možnost uchopení jsou řídítka zakončena radiusem. Řídítka mají standardizovaný průměr $7/8$ palce, tedy zhruba 2,2 cm.



Obr. 21 Ergonomie 95-percentilního muže



Obr. 22 Ergonomie 5-percentilního muže

Výše popsaná pozice nejen že je ergonomicky nejvíce vyhovující, ale způsobila přesun těžiště osoby blíže k těžišti celého skútru, což má pozitivní dopad na jízdní vlastnosti, jako je lepší stabilita, snadnější zatáčení, menší citlivost na přejezd nerovností a samozřejmě na komfort a zdraví jezdců. Kromě toho, řidič, který vidí nerovnost před sebou, se obvykle automaticky zvedá ze sedla, aby utlumil následky přejezdu. Díky poloze těla celkově mírně nakloněné vpřed, se mu vstává

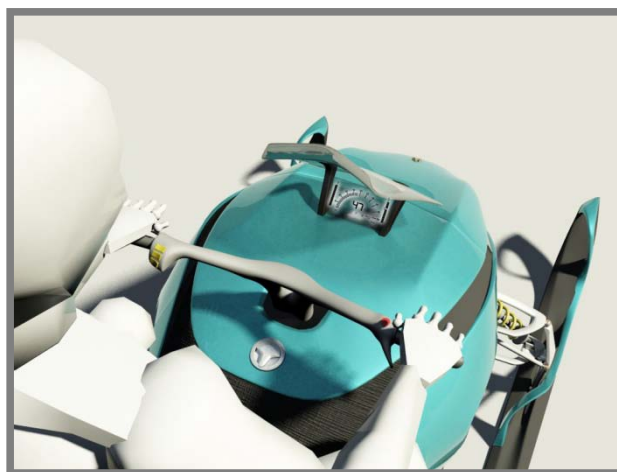
jednodušeji. Poloha hlavy poměrně blízko větrnému štítku je důvodem pohodlnějšího cestování, neboť proudění vzduchu v těchto místech není turbulentní, a umožňuje lepší výhled. Posun polohy blíže k těžišti je výhodný i pro druhého jezdce, především díky menšímu přenosu sil při přejezdu nerovného terénu. Druhý pasažér má navíc k dispozici madla po stranách svého sedla, díky kterým je stabilizována jeho pozice při manévrování, zrychlování i brzdění. Stejný efekt má i profilované sedlo, jež je tvarováno tak, aby každý uživatel našel snadno pohodlné místo vpředu i vzadu a bylo omezeno sklouznutí dopředu či dozadu.

Zorné pole je široké a omezeno je pouze přídílí. Lze konstatovat, že zorný úhel v rozmezí 0° až 30° pod horizontálou, který je ergonomicky nejvhodnější, je zcela nerušený. Po významnou většinu doby jízdy řidič hledí přímo vpřed a mírně dolů právě v tomto rozmezí. V další zóně, do 60° pod horizontální rovinou, je přístrojový štítek, ten je za normálních okolností vnímán pouze periferním viděním, ale při mírném a neomezujícím pohybu krkem se dostane do ideální pozice. Do stran pak není konstrukcí skútru výhled omezen vůbec, jediným částečně limitujícím prvkem je helma. [44]

5.2 Ovladače a sdělovače

5.2

Ovládání skútru musí být přehledné a bezpečné, z tohoto důvodu je třeba se zaměřit na ergonomii ovladačů a sdělovačů. Všechny důležité ovladače se nacházejí na řídicích v blízkosti rukojetí tak, aby na ně dosáhl palec. Na pravé části nad páčkou akceleratoru je umístěno nouzové vypínání motoru ve výrazné červené barvě se zajištěním proti stisknutí omylem. Na levé straně jsou pak tři kolébkové spínače ve žluté barvě, horním se zapíná vyhřívání rukojetí, prostředním se zapínají světla a spodním se přepíná druh pohonu z elektrického na spalovací jednotku. Spínače jsou provedeny v jednoduchém, jasně rozpoznatelném designu s výraznými výstupky a mezerami mezi sebou, aby při stisku v rukavicích nedocházelo k přehmatu. Na každém z nich je zřetelný grafický symbol charakterizující funkci a označení stavu. Tok energií je pak navíc zobrazen na průhledném displeji kolmo k pohledu řidiče. To umožňuje uživateli lépe využívat hybridní pohon a tím dosáhnout efektivnějšího a úspornějšího provozu. Průhledný displej má několik výhod, kromě toho, že lépe odpovídá čistému tvarosloví skútru, má velký kontrast a tím pádem je dobře čitelný. Jeho velikost překonává současné ukazatele, proto na něm může být zobrazeno více informací a například větší údaj o rychlosti lze za jízdy lépe a rychleji přečíst.

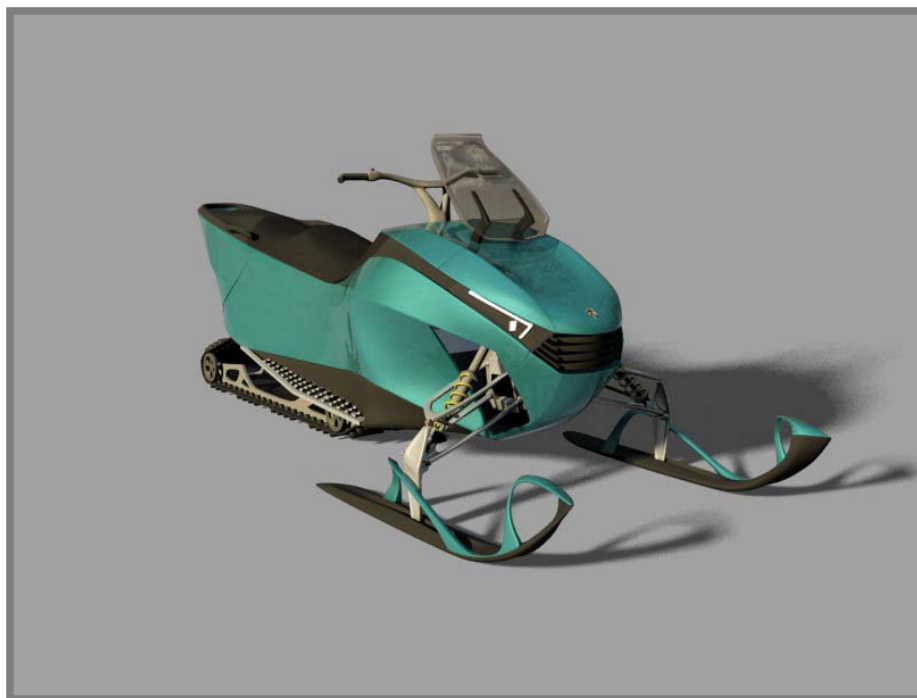


Obr. 23 Ovladače a sdělovače

6 TVAROVÉ (KOMPOZIČNÍ) ŘEŠENÍ

Tvarové řešení sněžného skútru je stejně jako u ostatních dopravních prostředků částečně podřízeno ergonomickým a konstrukčním požadavkům. Mým cílem je při zachování výrobních principů a postupů navrhnout nadčasový sněžný skútr, který se bude vymykat proti současné produkci svou kompaktností designu. Výsledný návrh by měl být vizí blízké budoucnosti, prioritou je design, který musí být charakteristický pro tento koncept, zřetelně vymezený proti stávajícím produktům v této oblasti. Díky rešerši jsem si vytvořil jasný obrázek toho, jaké tvarosloví se dnes ve většině případů používá. Charakterizováno je množstvím roztržitých ploch, ostrých zlomů a hran, popřípadě i různých materiálů a barev. Pocit nejednotnosti navíc umocňuje grafika v podobném duchu.

Tvary návrhu respektují historický vývoj, proporčně jsou evoluční, zatímco charakter designu se liší více. Převládají jasně definované organické křivky a hrany, díky nimž není tvar neurčitě fluidní. Moderní materiály umožňují výrobu dříve nemyslitelných ploch, proto by byly díly kapoty zhotoveny z termoplastu vyztuženého skelnými vlákny.

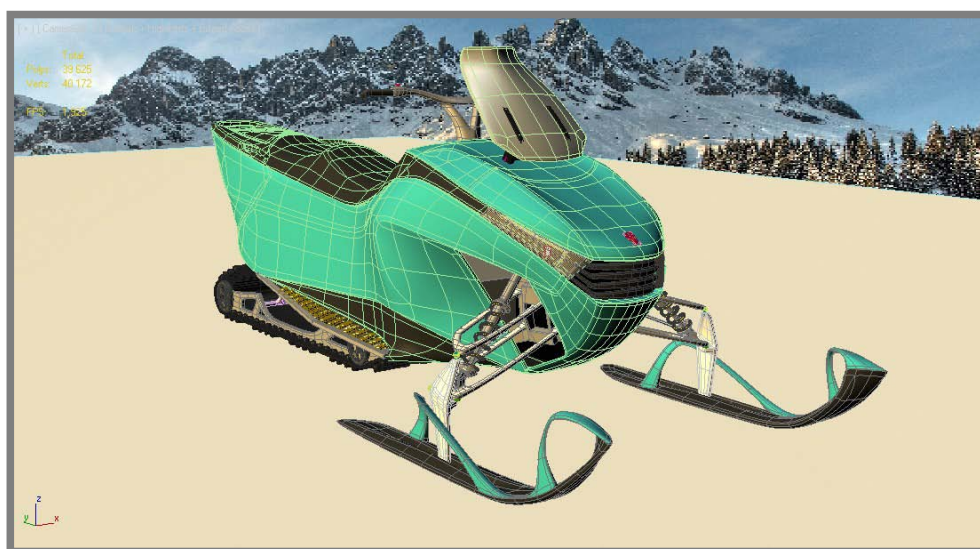


Obr. 24 Design finální varianty

6.1 Proces navrhování

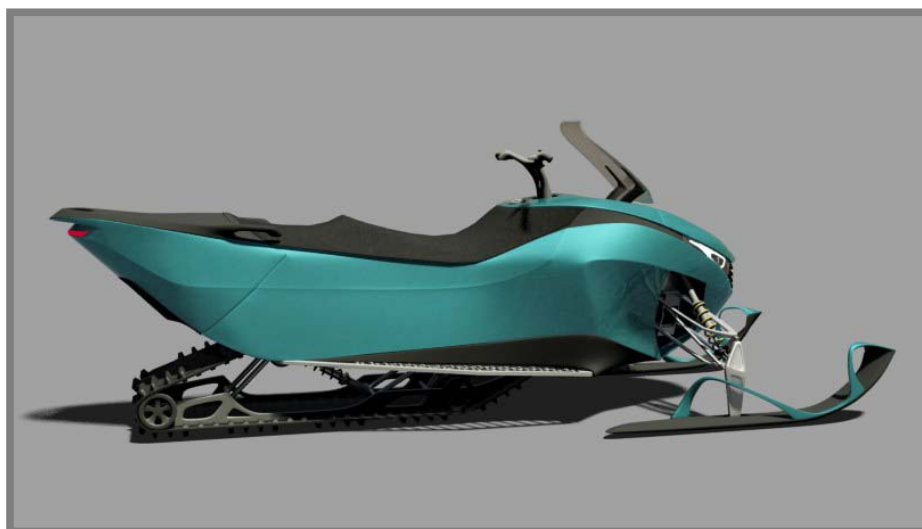
Z ideových skic byla vybrána zhruba desítka návrhů, která odpovídala představám a uloženým cílům, mezi něž patřilo vyjádření dynamiky, tvarová celistvost a nový přístup ke zpracovávanému tématu. Tyto varianty byly opakovaně zpracovávány, upravovány a předělávány, především v podobě skic z různých pohledů. Postupně jsem více a více přihlížel na požadavky reálného provozu, následkem čehož samozřejmě začal mizet původní líbivý tvar. Jako problematické části se ukázaly zejména zavěšení lyží, široký motorový prostor a přechod v úzké sedlo. Naopak poměrně nečekanou volnost jsem našel při navrhování stupaček a zádi skútru, jež je v současnosti řešena ryze konstrukčně, bez ohledu na estetiku.

Oproti prvním návrhům se značně zúžila přední část, což mělo velmi pozitivní dopad na design. V užším výběru návrhů se objevily dva převládající styly. Jeden hranatý, vyjadřující svou agresivitu jasně definovanými plochami a přísným tvarováním, druhý pak typický dynamickou vlnou, která se stala vyjádřením elegance a sportovního charakteru. Několik návrhů se snažilo spojit výhody obou, ale jak je vidět u varianty 3, nepovedlo se to podle představ a proto se odrazovým můstkem pro finální řešení stala především varianta 2 s vybranými detaily z ostatních návrhů a skic. Významným posunem také byl pár slepých modelů z claye v měřítku 1:10, kde jsem zjistil nedostatky vybraných variant, což mi pomohlo vyvarovat se podobným problémům u finálního řešení. Stejný dopad mělo i vytvoření několika verzí v 3D programu. Díky tomuto postupu jsem zjistil, která řešení nejsou vhodná a která naopak ano. Zkušenosti a poznatky jsem využil a výsledkem je vyvážený design finální varianty.



Obr. 25 Model v 3Ds Max

Limitujícími prvky kompozice sněžného skútru jsou zvláště rozměry pohonného ústrojí, funkcí předem daný tvar a umístění zavěšení lyží, rozměry pásu a velikost sedla pro dvě osoby. Určitým specifickým skútru je, že dojem z designu, poměr hmot a úhel nosných linií se mění v závislosti na obsazení. Pokud na skútru nikdo není, vynikne celá boční plocha a dynamická návaznost křivek, zatímco při plném obsazení se zmenšuje efekt klínovitého profilu a dominantním prvkem se stává přední část, tedy kapota s bočnicemi, případně ještě zád' za druhým jezdce. Výhodou v takovém případě ovšem může být optické rozšíření skútru v prostřední části, ačkoliv snahou bylo navrhnout harmonický tvar i v neobsazeném stavu.



Obr. 26 Boční pohled na skútr

6.2 Přední část skútru

Příd' skútru je navržena tak, aby odváděla sněh částečně pod něj a dílem do stran. Výsledkem spojení funkce a designu je dynamická křivka, jejíž hlavní část začíná otvorem pro závěsy lyží a svým tvarem opticky zužuje nejširší část motorového prostoru. Díky této hraně boční kryt nepůsobí boubelatě a neurčitě, je jednoznačně dominantním prvkem strhujícím zrak a vytváří dojem rychlosti. Tvar bočního krytu, stejně jako dominantního motivu rovnoběžníku jsou jednoduché, což zvyšuje čitelnost designu a je přesně tím prvkem, který svou relativní jednoduchostí posouvá tvarosloví na jinou, kompaktnější úroveň. Zlom křivky je v místech, kde na něj navazuje noha. Přesně v těchto místech se skútr začíná zužovat a kryje tím pádem nohu před přímým ledovým vzduchem a odletujícím sněhem. Úplně novým nápadem je horizontální rozdělení krytu motoru kontrastní tmavou barvou, která opticky snižuje celou přední část, je spojícím elementem tmavé masky a sedla a je ústředním a jedinečným motivem tohoto designu. Hrany jsou zde zvýrazněny, aby umocnily rozdíl materiálů a vytvořily dynamickou křivku táhnoucí se po celé délce skútru. Tato výrazná linie je však i funkčním předělem, zatímco pod ní jde o větší plochy, které zakrývají techniku, v tmavém pásu jsou schovány výdechy teplého vzduchu z motoru, které směřují vzduch na kolena řidiče, dále pak světlomety a nasávací otvory. Jsem přesvědčen, že malé detaily dokážou design pozdvihnout více, než se může zdát, proto jsem na hranu zmíněného výdechu navázal zlomem horní části kapotáže, která efektně rozděluje poměrně velkou plochu na menší části a opticky eliminuje velký rozdíl šířky mezi špičkou a oblastí pod řídítky. Ani na přídí ale kontinuita nekončí, příčky masky nasávání vzduchu svým profilem zdůrazňují, že křivka z horní části kapoty přechází až dolů. Dramatický vzhled dokresluje zešíklý rozšiřující se kryt světel, na který navazuje spára mezi díly. Technologie LED diod umožňuje tvarovat světla mnohem volněji a citlivěji, než jiné, starší technologie. Jejich obrys vychází z tvarování přední části, při rozsvícení jej zdůrazňují a, inspirovány vzhledem přivřených očí predátora, vnášejí dramatičnost i do výrazu skútru. Plocha horního dílu krytu je kromě tvarování rozdělena rovněž větrným štítkem z plexiskla a otvorem pro průchod řidítek. Držáky štítku slouží rovněž k uchycení displeje s provozními údaji. Vzhledem k použitému hybridnímu

pohonu je přední část delší v porovnání se skútry s tradičním pohonem, díky výše uvedenému řešení designu se však podařilo dosáhnout vyvážené kompozice.

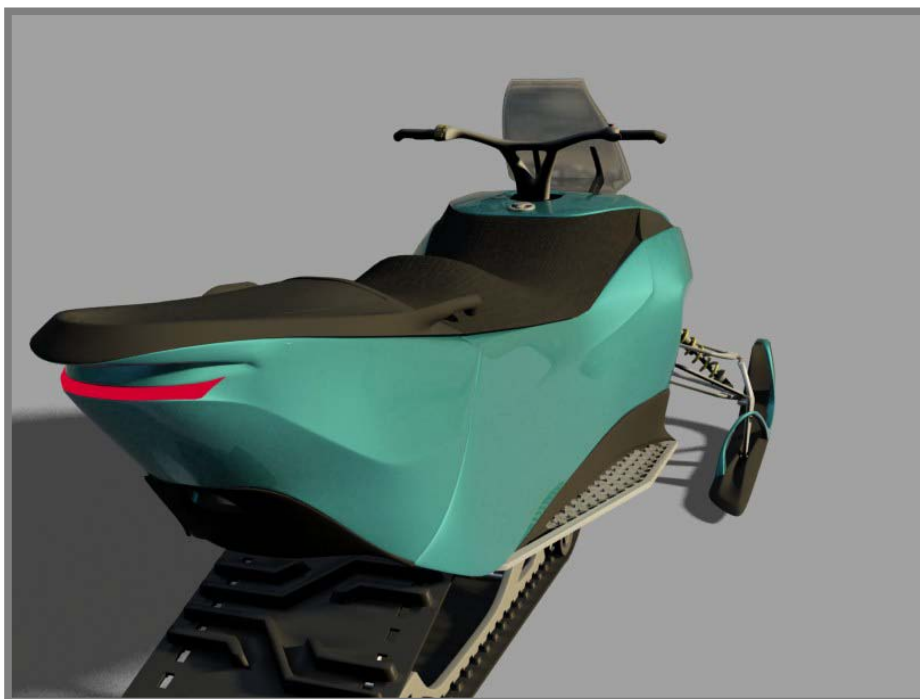


Obr. 27 Detail přídě

6.3 Trup skútru

Trup skútru podléhá ergonomii, zmínil bych však tvarování sedla, které vyhovuje sedící osobě, ale přitom dokresluje atraktivní tvar horní části. Hrana nad polovinou výšky bočního krytu je vlastně takovou dělicí linkou, jež vytváří rovnováhu při pohledu z profilu, opticky zmenšuje zád' a přivádí oko pozorovatele k přední části, kde navazuje na dynamickou lomenou hranu, ale stává se i součástí linky přecházející až na horní kryt, čímž se stírá hranice mezi jednotlivými plochami. Stupačky v dolní části trupu s příznámým materiálem jsou důkazem, že tento skútr není určen jen pro showroom, ale pro reálné používání s hrubým zacházením. Zadní část se vymyká zavedeným zvyklostem, zvedá se nad pásem, takže tvoří ochranu posádky před odletujícím sněhem. Naopak koncovka výfuku je na zcela obvyklém místě. Svody prochází tzv. tunelem pod sedlem, v zadní části se nachází tlumič výfuku a koncovka. Zajímavým prvkem je madlo, kde křivka rozdělující oba použité materiály plynule přechází na druhou stranu a zachovává tím jednotu celku. Nenápadně je přitom oddělena od trupu skútru a tvoří právě ono madlo, pod kterým je světlo. Plocha vycházející od světla přechází na horní stranu, čímž utváří prostor pro odložení rozměrnějších předmětů, které se nevejdou do schránky pod touto plochou, sloužící jako víko. Hrana na vrchní straně madla vede po okrajích prostoru pro náklad a přechází v držadla, na nichž se také postupně vytrácí. Pod držadly končí sedlo, proto je zde spára rozdělující jednotlivé materiály a přecházející téměř neviditelně k bočnímu krytu, kde je naopak zdůrazněna její dynamika ostrým záhybem. Díky této křivce nepůsobí velká boční plocha nepřirozeně a mohutně, navíc je tím usnadněna výroba a montáž.

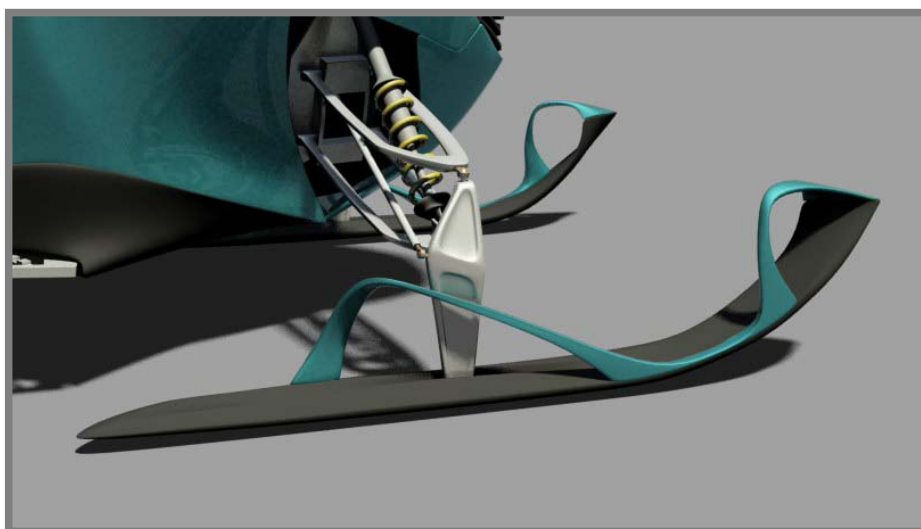
6.3



Obr. 28 Detail zádě

6.4 Design lyží

Spíše doplňkem se zdají být lyže, které nejsou součástí těla skútru, nicméně právě zde je velký prostor ke změně. Zatímco u běžných skútrů jsou vyloženě funkčním prvkem, nemusí tomu tak být, designový styl byl dodržen díky plynule navazujícím ladným plochám, kontrastem materiálů s rozdílnou barevností a ostrými hranami, které jasně definují tvar. Opět se zde uplatňuje rozdělení na „funkční“ část a estetickou, obě se navzájem vizuálně odlišují. Pozornost však upoutá především barevně lakovaná část, která vytváří ladnou vlnící se křivku, jež rozvíjí styl trupu skútru a svým tvarem na něj navazuje.



Obr. 29 Detail lyže se zavěšením

Závěrem lze říci, že byl splněn hlavní cíl, a sice odlišit se od konkurence, ale přitom zachovat střízlivost konceptu na takové úrovni, aby mohl být teoreticky v blízké budoucnosti realizován. Také zůstala zachována myšlenka, že „méně je více“, což se odrazilo ve snadné čitelnosti designu, plynulých navazujících tvarech, které ovšem vyjadřují dynamiku a energii, jak se na sportovní skútr sluší. Výrazný kontrast tvoří odhalené části rámu a zavěšení proti lakovaným dílům kapotáže. Vyjadřují tím robustnost konstrukce, odolnost a vytrvalost, ale zároveň důraz na styl, estetiku a design.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Design skútru je dán kromě tvaru i barevným řešením. Zatímco na některých místech je cíleně vytvořen kontrast, jinde je žádoucí „schovat“ díl tím, že je proveden v nevýrazné barvě a povrchové úpravě materiálu. Tento základní princip byl zachován u všech součástí. Zřetelným příkladem je rozdíl mezi funkcemi a tvary kapoty a závěsů lyží. Ve finální variantě jsem se rozhodl pro přirozenou barvu materiálu hliníkové slitiny u závěsů. Zde tedy barva zdůrazňuje a přiznává funkční charakter techniky. Lakování či jiné barevné úpravy jsou nevhodné, jelikož pak celý skútr vypadá příliš „plastově“ jako hračka nebo malá kuchyňská elektronika. Naopak na realnosti přidává právě zvolené přiznání materiálů a opět důraz na detaily. Celý závěs je řešen jako pololesklý kov, design ovšem pozvednou odlišné materiály detailů, například klouby s měděnou povrchovou úpravou. Jako velmi prospěšné a estetiku pozvedající se ukázalo použití zdánlivě nelogické barevné řešení pružiny, například červené nebo žluté. Tento barevný akcent na sebe strhne pozornost a ještě více tak zdůrazní robustní techniku stroje. Podobně kontrastně působí i stupačky, které jsou součástí rámu a vytváří dojem solidního zpracování a odolnosti. Materiálem a zpracováním jsou stejné jako závěsy, takže se vhodně doplňují a tímto způsobem spolu komunikují.

7.1 Barevnost

Nejvíce dominantním prvkem, který vyvolává u pozorovatele dojem hned na první pohled, je barva největších dílů karoserie. Vzhledem k provoznímu prostředí skútru s blízkým vztahem ke sněhu a ledu, jsem zvolil jméno Iceflow, tedy kra. Barvou kapotáže byla zvolena vodní modř, která není typická pro žádného ze současných výrobců. Modř s nádechem zelené, typická pro led ponořený pod vodou prosvícený sluncem vyjadřuje elektrizující náboj, ale i důraz na ekologii a spojitost s arktickými a horskými oblastmi. Kontrast k této poměrně velké ploše tvoří tmavá horní část tvořená sedlem, prostorem pro náklad a pásem přecházejícím až ke světlometům. Právě zde jsem potlačil jednotnou, téměř černou barvou rozdělení ploch. Například výdechy teplého vzduchu tím pádem nejsou na první pohled vidět, jsou jen rozšířenou spárkou v místech, kde končí potah sedla a začíná tmavý plastový pás přecházející ve světlo a masku, která je opět barevně decentní, liší se pouze jiným materiálem. Tmavá část kapoty zdůrazňuje dynamický tvar tvořený vlnou.

7.2 Grafika

V současnosti mají sněžné skútry velké množství grafických doplňků, které mají za cíl vytvořit ještě agresivnější dojem a pocit rychlosti i ve statické pozici. Od takového řešení jsem ustoupil vzhledem k jinému přístupu k designu skútru. Grafika je jen velmi decentní, jedná se především o logo na kapotě. Tím, že není rušeno výraznými poutavým polepy, mnohem lépe upoutá pozornost. Čistý design se projevil i u barevného řešení větrného štítku. Ačkoliv by to bylo jinak možné, jelikož jezdec nekouká skrz něj, nevybral jsem pro něj žádnou barvu, nýbrž je čirý, stejně jako přístrojový štítek, celá přední kapota je tak barevně mnohem kompaktnější. Pokud je přístrojový štítek zapnutý, promítají se na něm kontrastní černou barvou provozní údaje. Nejdůležitějšími daty jsou rychlost, údaj o typu momentálního

pohonu a dále pak dojezd, venkovní teplota, hodiny, otáčky motoru a ujetá vzdálenost. Podle důležitosti je volena jejich velikost a tím pádem i čitelnost. I v tomto případě je grafika jednoduchá, jak je možné vidět na obrázku 30, právě kvůli snadnosti čtení.

Logo je tvořeno stylizovaným symbolem ledové kry, jež je místo vodorovné hladiny rozdělena vlnou, typickou pro navržený skútr. Led je znázorněn ostrými polygony vycházející především z trojúhelníků. Logo nemá barevné provedení, přímo na skútru je prostorové, díky tomu je výraznější a upoutává pozornost a vryje se lépe do paměti pozorovatele. Na druhou stranu tím vyjadřuje určitou strohost a přímočarost, na to, že ani tvary skútru nejsou složité nebo překombinované. Svou decentností a kovovým vzhledem připomíná, že skútr je stroj a odkazuje na viditelné části konstrukce - závěsy, stupačky a řídítka. Pod naklápěcím logem se ukrývá zásuvka pro nabíjení akumulátorů ze sítě, je tedy vždy dobře dostupná.



Obr. 30 Detail loga na kapotě

7.3 Barevné varianty

7.3

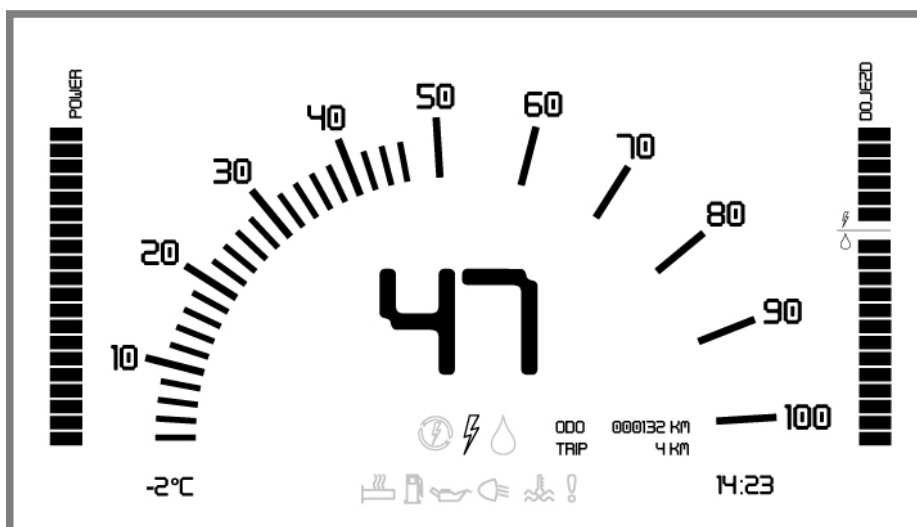
Alternativním řešením je tmavá povrchová úprava kovových prvků konstrukce. Nejsou sice pak natolik výrazné, ale lépe doplňují tmavé části kapotáže. Co se týká barevných kombinací karoserie, další volbou po modré byla temně rudá. Ta evokuje spíše dojem dravosti, což se úplně neshoduje s cíly diplomové práce, nicméně jde o působivou variantu. Nejméně dramaticky pak působí béžová až krémová ve spojení s tmavě hnědou, čokoládovou, použitou na sedlo a ostatní tmavé části. Jedná se však o příliš usedlou kombinaci, proto nebyla zvolena jako finální. Nabízela se také možnost opačného kontrastu-světlý pás a sedlo, tmavé větší plochy, ale takové řešení nerespektuje funkci a není praktické. Na obrázku 31 zcela dole můžeme vidět, jak by vypadal skútr používaný bezpečnostními složkami. Je u něj použito ryze funkční lakování se vzorem CADPAT, který zmenšuje riziko odhalení, jelikož splývá s terénem. [34]



Obr. 31 Barevné varianty

7.4 Grafika přístrojového štítku

Grafické řešení přístrojového štítku je primárně zaměřeno na velmi dobrou čitelnost, proto byla zvolena kontrastní černá barva textu a symbolů. Nejvýraznější částí je půlkruh, který znázorňuje rychlost. Každý segment symbolizuje 2 km/h. Po stranách jsou pak dva sloupce, levý ukazuje využití výkonu a pravý dojezd na elektrickou energii a na benzin. Rychlost je pak navíc číselně přesně zobrazena v kruhové výšce. Dvojí zobrazení je opodstatněno jednoduchým odečítáním grafu periferním viděním, kdy není potřeba znát přesnou hodnotu. V dolní části našly místo kontrolky provozních údajů, typu aktuálního zdroje energie (či rekuperace) a data o ujeté vzdálenosti, času a teplotě. Podsvícení je neutrální bílé, příjemné i při delších nočních cestách a nerozptylující.



Obr. 32 Grafika přístrojového štítku

Grafika je velmi umírněná, poplatná designu celého stroje. Podařilo se díky ní vhodně doplnit tvary skútru tak, aby působil ještě dynamičtější, mírně agresivně, ale také elegantně, moderně, s nadčasovými prvky, na druhou stranu však i tak, aby nezakrýval svůj technický základ a konstrukci.

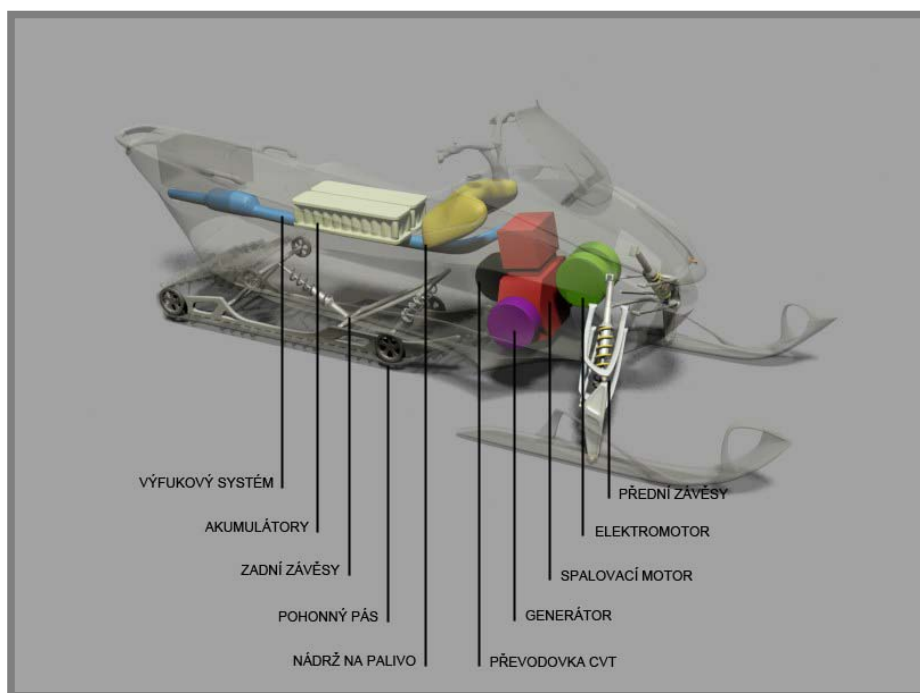
8 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ

Sněžný skútr je navržen pro kategorii touring, která je typická možností přepravy dvou osob. Na prvním místě není sportovní svezení, ale komfortní, na delší tratě a to jak na upravených cestách, tak v hlubokém sněhu. Rozměry tohoto typu skútrů se pohybují zhruba okolo 3200x1200x1200 mm, čehož jsem se držel a dosáhnul rozměrů 3200x1195x1150 mm. Hmotnost současných modelů se pohybuje od 250 do 300 kg, u mého řešení činí navýšení 70 kg.

Zásadní inovací mého návrhu je plug-in hybridní pohon, jenž ovlivnil konstrukční řešení celého skútru. Plug-in ukazuje na možnost nabíjet baterie z klasické sítě pomocí kabelu. Obzvláště důležité je zachovat těžiště co nejnižší a přibližně pod řídítky. Tato poloha zajistí nejlepší ovladatelnost, umožní efektivněji zatáčet, jezdcům poskytne větší komfort a skútr bude stabilnější. Zvolil jsem umístění elektromotoru před spalovacím motorem, které vyvažuje sada akumulátorů pod sedlem.

Použité technologie jsou v současné době dostupné, ač někdy za vyšší pořizovací cenu. Návrh byl uvažován jako vize blízké budoucnosti designově i technicky, zhruba do deseti let se předpokládá zlepšení vlastností, zvláště energetické hustoty baterií, cenový pokles dnes drahých materiálů a obecně větší popularita hybridních pohonů, což ospravedlňuje vybrané řešení.

Sněžný skútr má poměrně omezený prostor pro techniku a limitující je i hmotnost. Čím těžší bude, tím horší budou jízdní vlastnosti a problematičtější provoz v hlubokém sněhu. Pro pohon tedy byla zvolena jednodušší varianta hybridního ústrojí, a sice s tzv. range-extenderem. Hlavní součásti jsou zobrazeny na obrázku 33. Mezi nejdůležitější komponenty patří akumulátory, dva motory, výfukový systém, generátor, převodovka a pás.



Obr. 33 Součásti pohonného systému

8.1 Akumulátory

8.1

Pro blízkou budoucnost se ukázaly nejlepší akumulátory typu Li-Ion. Mají relativně příznivou cenu a při limitní hodnotě 50 kg nabízí zhruba 6 kWh energie, což stačí na asi 30 km jízdy, samozřejmě v závislosti na podmínkách jízdy, profilu tratě, nákladu atd. [23] Při nabíjení z elektrické sítě dojde k nabití na 100% za 6 hodin.

Elektrolyty v současných bateriích ovšem zamrzají v -30°C , je tedy nutné upravit technologii tak, aby i v této teplotě byl sněžný skútr schopný provozu. Jako nejjednodušší a nejspolehlivější řešení se jeví změna elektrolytu tak, aby se zvýšil teplotní rozsah, kdy je tekutý. Zatímco běžné elektrolyty v komerční sféře lithium-hexafluorofosfát a ethylenkarbonát (EC)s dimethylkarbonátem (DMC) v poměru 50:50, pro zachování tekutosti v extrémním mrazu byla vyvinuta alternativa s příměsí ethylmethylkarbonátem (EMC) v poměru 1:1:1. Při teplotě -25°C sice dochází ke snížení vodivosti elektrolytu, jedná se však o zanedbatelné hodnoty. Při experimentech byl zjištěn bod tuhnutí -50°C , při -40°C měl kapacitu ještě plných 52%, zatímco elektrolyt typu EC-DMC ji v mnohem významnější míře ztrácí už při teplotě -30°C . [45]

8.2 Spalovací motor

8.2

Spalovací motor je vodou chlazený čtyřtákní dvouválec Yamaha Phazer Genesis FI o objemu 499 cm^3 o výkonu 60 kW, který běžně slouží v řadě sněžných skútrů i motocyklů. Jeho hlavní výhodou jsou kompaktní rozměry a hmotnost pouze 40 kg. Nejedná se o vysokovýkonný agregát, jeho hlavní úlohou je však dobíjení akumulátorů v případě vyčerpání zásoby energie. [46] [47]



Obr. 34 Motor Yamaha Phazer Genesis FI [44]

8.3 Elektromotor

8.3

Z možností zmíněných v analýze se ukázal jako nejvhodnější bezkomutátorový elektromotor s permanentními magnety Lynch D135RAG s výkonem

35 kW a to v sériově zapojené dvojmontáži s celkovým výkonem 70 kW. [48] Jedná se o bezkartáčový stejnosměrný elektromotor. Mechanická komutace je nahrazena elektrickými obvody. Motor se stal použitelným díky miniaturizaci dílů a rozvoji výpočetní elektroniky a v současné době je oblíbený například v elektrických motocyklech a dá se říci, že nahrazuje asynchronní motory. Permanentní magnety odstraňují nevýhodu nedostatečné životnosti, která nyní závisí pouze na ložiscích. Oproti asynchronním motorům má však mnohem vyšší účinnost. Prakticky jedinou nevýhodou je vyšší pořizovací cena kvůli vzácným prvkům v jádře. Pro provoz ve sněžném skútru je rovněž výhodou tichý chod a nulové přímé emise, přesto díky výkonu téměř sta koňských sil je možné i sportovní svezení. [49]

8.4 Pohonný pás

Vzhledem k zaměření navrhovaného skútru se musíme zastavit u pásů, které zajišťují trakci na povrchu a pohánějí i brzdí celý stroj. Obvyklá délka pásu bývá 136“, nicméně vzhledem k větší hmotnosti skútru jsem zvolil stále běžnou délku 144“, tedy 3660 mm, o standardní šířce 381 mm, kvůli větší kontaktní ploše a díky tomu lepšímu přenosu síly na povrch. Dalším prvkem ovlivňující prostupnost terénem jsou příčné výstupky, respektive jejich výška. Tento rozměr se stává rozhodujícím v hlubokém sněhu, tehdy se výstupky zaboří a omezí prokluz pásu, tím zajistí pohyb vpřed. Pro hlubší sníh je třeba vyšších výstupků, které se mohou zapřít o větší množství sněhu díky větší styčné ploše. Uvažovaný provoz skútru bude všestranný, zvolil jsem proto běžnou výšku 4 cm. Rozhodujícím faktorem o vlastnostech pásu je materiál. Stále více se začínají používat kompozitní materiály, které lépe vyhovují zvyšujícím se nárokům. Pryžová matrice díky vyztužení kevlarovými nebo karbonovými vlákny i přes nižší hmotnost zajišťuje dostatečnou pevnost v tahu. Dále se díky dvěma vrstvám tkaniny zlepšuje tvarová paměť, pás se snadněji vrací do původního tvaru po nárazu do překážky a je dostatečně tuhý na to, aby byl více napnut oproti konvenčním řešením. I přes zvyšující se přenášené výkony a působící napětí mají pásy z kevlaru nepoměrně delší životnost. Další výhodou je lepší odvod sněhu pod skútr, což má za následek vyšší polohu (menší zaboření) skútru v hlubokém sněhu a lepší ovladatelnost. Rovněž tření mezi pásem a vodíci lištami se díky použitému materiálu zmenšuje, navíc dochází k samolubrikčnímu efektu a to v širokém rozmezí teplot od -35°C do 110°C. Nevýhodu vyšší ceny kompenzuje i menší hmotnost a, shrnu-li efekt všech jednotlivých vlastností, podstatně nižší ztráty při přenosu síly na povrch a tím pádem snížená spotřeba. Přímě jezdec pak pozná, že stroj je ovladatelnější díky menším setrvačným silám. [28] [50] [51]

8.5 Rám

Konstrukce rámu je základním stavebním kamenem celého skútru a lze ho rozdělit na dva celky. Přední část tvoří podpěra pro motor a uchycení zavěšení lyží. Zadní část je tzv. tunel, v němž je upevněn a částečně skryt pohonný pás. Podpůrná struktura řidítek je uchycena v přední části nad závěsy a v horní části tunelu. Kromě podpěry řidítek zvyšuje tuhost rámu a schopnost absorpce vibrací. Vhodným materiálem, který je použit i zde, je hliníková slitina. Pro další zvětšení tuhosti rámu a zmenšení hmotnosti je lepší použít techniku lisování nebo lití, čímž vznikne tzv.

monokok, jádro kombinovaného rámu, jehož podpůrné části tvoří trubky. Uložení pro motor a stupačky jsou na tunel přivařeny. Přestože výrobní náročnost, zvláště svařování, a cena jsou vyšší, výhody hliníku převažují nad negativy. [52] [31]



Obr. 35 Rám skútru s dominantním tunelem

8.6 Díly kapotáže

8.6

Kapotáž má řadu funkcí, jednou z podmínek výrobního materiálu je možnost snadného tvarování, jelikož díly kapotáže jsou hlavním prvkem, který tvoří design. Musí rovněž plnit bezpečnostní funkci, chránit posádku a citlivou elektroniku před odletujícími nečistotami. Díky krytům je posádka oddělena od pohybujících se částí pohonného ústrojí. K vlastnostem je třeba přidat důraz na nízkou hmotnost a mechanickou odolnost. Z řady používaných materiálů je nejvhodnější kompozitní materiál z polyesterové pryskyřice vyztužené skelnými vlákny. V některých ohledech má sice lepší vlastnosti karbonové vlákno, ale vyšší tříštivost v případě nehody a vyšší pořizovací cena při téměř stejné hmotnosti rozhodly pro sklolaminát. [53]

8.7 Převodovka

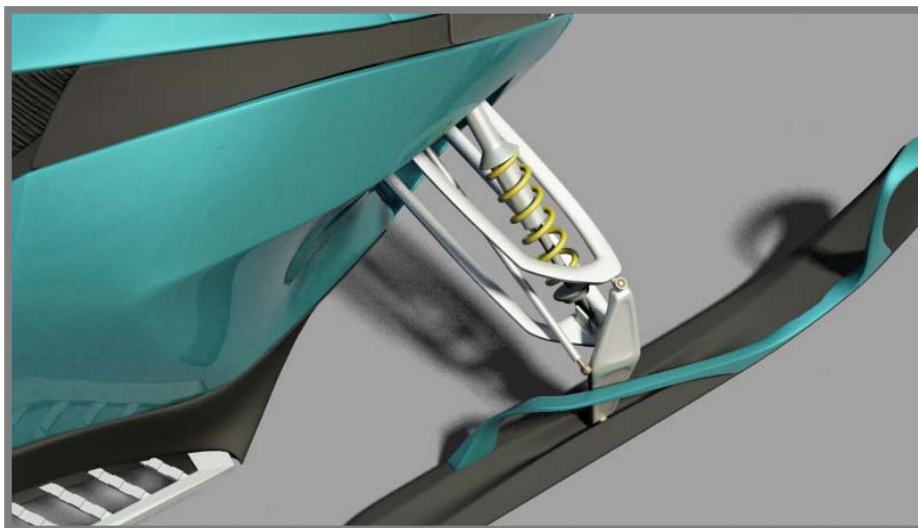
8.7

Ve sněžných skútrech se používá téměř výhradně variátor, někdy též označovaný jako CVT (=continuous variable transmission). Jedná se o automatickou převodovku s plynule měnitelným převodem. Základem jsou dvě řemenice, mezi nimiž běží řemen. Řemenice mění svůj průměr tak, aby motor běžel během zrychlování stále ve stejném pásmu otáček, v nichž má největší výkon. Nejnížší převod nastává tehdy, když na řemenici hnacího hřídele jsou kuželová kola nejdále od sebe a průměr je nejmenší, u hnané řemenice je tomu přesně opačně. Pokud se kuželová kola začnou na řemenici variátoru přibližovat, úžlabí pro řemen se zmenšuje, zatímco průměr se zvětšuje a převod je těžší. [54]

8.8 Závěsy

Závěsy lyží, pomocí nichž se skútr ovládá, jsou nezávislé, tzv. lichoběžníkové, tvoří je dvě nestejně dlouhá trojúhelníková ramena (někdy též A-ramena) z hliníku, která umožňují vertikální pohyb. Ten je omezen tlumičem a vinutou pružinou zachycující nárazy. Pohyb řídítek je přenášen systémem táhel a ojníc až k lyži, čímž je umožněno zatáčení. [55] [56]

Zadní závěsy určují charakteristiku skútru, jeho komfort, snížení při zatížení, podpírají pohonný pás a absorbují nárazy. Rovnoměrné rozložení síly na pás a jeho ideální průběh v ohybech zajišťují vodící lišty za pomoci několika párů koleček. Vodicí lišty jsou upevněny k rámu závěsnými rameny, které s dvojicí tlumičů s vinutými pružinami tvoří odpružený tlumicí systém. Jedná se o takzvané nepropojené zavěšení (přední a zadní část pásu jsou navzájem ovlivněny), které je vhodnější pro skútry s delším pásem a vyšším užitečným zatížením, kde se dává přednost trakci díky lepšímu přenosu váhy před přesnějším kopírováním terénu na přejezdu extrémních nerovností. Jednotlivé členy jsou na obou koncích spojeny čepem, což jim umožňuje pohyb. [57]



Obr. 36 Detail předních závěsů

8.9 Osvětlení

Osvětlení skútru zajišťují LED diody. Jejich výhodou je větší životnost, kterou lze ocenit zvláště v náročných mrazivých podmínkách. Vzhledem k tomu, že skútr klade důraz na ekonomický provoz a malou spotřebu, nepřípadaly v úvahu jiné, energeticky méně šetrné zdroje světla. Zadní světlo je sestaveno z pásu diod, který při brzdění zvýší svou intenzitu. Přední světlomety využívají stejnou technologii, díky LED diodám lze světelný paprsek lépe usměrnit a také díky jeho uložení po stranách dochází k menšímu oslnění jezdce od vlastních světel. Umístění je výhodné i proto, že díky hraně pod světly nedochází k zanášení sněhem a tím pádem omezení svítivosti. Klasické světlomety navíc neumožňují tak velké tvarové variace, díky miniaturizaci bylo možno vytvořit velice zajímavé tvarování světel a zvýraznit tak

dynamický charakter skútru. V noci se světla stávají poznávacím prvkem skútru a propojuje se díky nim konstrukce s designem.



Obr. 37 Výrazné osvětlení v noci

8.10 Materiál sedla

8.10

Kromě ergonomického tvarování je třeba pro sedlo vybrat správný materiál. Nově se používají odlehčené materiály, které uspoří i místo a přesto poskytnou jezdci lepší pohodlí. Jedním z takových je viskoelastická pěna s tvarovou pamětí, díky jejímž vlastnostem jsou přesně kopírovány kontury těla a váha osoby se tak lépe rozprostře. Po sesednutí se pěna opět vrátí do svého původního tvaru. Její výhodou je také tlumení nárazů a vibrací, čímž přispívá komfortu cestování. Proti únavě a osezení se navíc používají gelové vložky, obzvláště vhodné při dlouhých jízdách. Gel zachovává své vlastnosti v širokém spektru -60°C – 210°C . Vinylový potah zaručuje vysokou odolnost, má protiskluzovou úpravu, není nasákavý, je příjemný na dotek, jeho povrchovou strukturu lze před výrobou zvolit, ale přitom je levný, proto se hodí na sněžný skútr, kde bude vystaven náročným podmínkám. [58] [59]

9 ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU

9.1 Psychologická funkce

Jedním z cílů návrhu sněžného skútru bylo nadčasové tvarování vymezující se vůči soudobé konkurenci. Jeho tvary působí odvážně a vizionářsky, ostré výrazné hrany se střídají klidnějšími jemně modelovanými plochami. Dynamicky střížené křivky vzbuzují pocit pohybu a rychlosti, přímého kontaktu s okolím a silných zážitků. Naopak větší, jasné barevné plochy vyjadřují bezpečí a stabilitu. Kontrastně k tomu působí přiznané části konstrukce rámu, díky němuž skútr přidává mužnost, drsnost a nevzbuzuje pochyby o spolehlivé technice. Lesklé díly kapoty zvyšují honosnost skútru, vyjadřují luxus a určitou exkluzivitu, která je zaručena i díky druhu zvoleného pohonu. Obráceným pólem je horní tmavá matná část. Ta slouží v zadní části jako madlo a prostor pro náklad, dále sedlo a probíhá až do přední části. Čokoládově hnědá zvolená pro tuto část je zčásti hydrofobní textilie a zčásti plastový díl, oba materiály však mají společné to, že příjemným teplým zbarvením neodrazují od nasednutí, naopak člověk může předem očekávat, že sedlo je vyhřívané. Díky rozdílu barevnosti a povrchové úpravy materiálů horní a střední části kapoty se zdánlivě snižuje těžiště skútru a zvláště s rozkročeným postojem způsobeným široko uloženými lyžemi působí dominantně a jistě. Stejný tmavý materiál je použit i nad stupačkami, zužuje tak plochu ve středu a skútr vypadá elegantněji, dynamičtěji a přirozeným způsobem ukazuje směr pohybu skútru, protože se směrem dozadu rozšiřuje. Pozorovatel si může všimnout, že každá křivka má z estetického nebo funkčního hlediska své opodstatnění a vždy na ní navazuje odpovídající tvar. Například hrana na kapotě pokračuje speciálním tvarováním mřížky a přechází do spodního dílu. Na druhé straně na ni navazuje spára, kde ústí vývod teplého vzduchu od motoru a dále hrana bočního dílu vyvažující rovnováhu hmoty z bočního pohledu. Dalším příkladem je horní hrana madla na zádi, která přechází v úchyty pro druhého jezdce, kde se pomalu stává jeho součástí. Z tříčtvrtečního pohledu patrná „křídélka“ před stupačkami jsou prvkem zvyšujícím pocit rychlosti, ale jsou i funkční, neboť odvádí sníh pryč od nohou jezdce. Při pohledu zepředu zdola pak dotváří velmi působivou křivku nahoře se rozšiřující (kvůli prostoru pro motor), ve spodní části zužující se a razantně zakončenou právě zmíněným křídélkem, čímž připomínají siluetu ženy. Ze zadního podhledu zvláště vyniká klínovitý profil skútru a typická vlna s hranou přecházející z jedné strany na druhou, čímž zajišťuje kontinuitu designu a svádí k prohlédnutí celého objektu. Naopak z nadhledu je dominantní ladný přechod z úzké části sedla v široký motorový prostor. Díky tmavému pásu se podařilo z ptačího pohledu navodit zcela výjimečný dojem plynulosti a návaznosti, který rovnovážně doplňuje „plovoucí ostrůvek“ horní kapoty.

Mezi barevná řešení popsaná výše jsem zařadil nejlepší varianty. Tmavě modrá s nádechem zelené uklidňuje a působí na duševní rovnováhu, je inspirující a vyjadřuje důvěryhodnost. Tmavý odstín je známkou vložené energie a důrazu na požitek. Světlé části konstrukce přinášejí dojem klidu, vyrovnanosti a prosvětlenosti exteriéru. Variací tohoto řešení jsou tmavé díly konstrukce, které jsou zdrojem temnějších, agresivnějších, sportovních emocí, nepůsobí ale tolik výrazně zvláště proto, že splývají s tmavými díly kapoty. Další variantou je temně červená, ta je barvou vášně, mnohem výraznější, než modrá, vyjadřuje nespoutanou energii,

stimuluje smysly, dráždí a dodává sebevědomí, je tedy vhodná pro akčnější jezdce. Poslední variantou je maskování, tato varianta vzbuzuje minimum emocí, vyjadřuje chlad, klid, ticho. V tomto případě zdánlivě paradoxně je symbolem míru, ale i čistoty.

Jezdec za říditky má pozitivní pocity z mírně vyššího sedu, který mu dává nadhled nad situací, pocit nadřazenosti a rovněž díky široko umístěným lyžím pocit jistoty. Díky výrazným barevným prvkům na lyžích snadno i periferním viděním rozpozná jejich pozici, což přináší zvýšení komfortu při jízdě.

Design byl navržen tak, aby se mohl stát etalonem budoucích skútrů díky spojení elegance, decentní agresivity a kompaktnosti ploch. Případná temně rudá barevná varianta vzbuzuje touhu po jízdě volnou přírodou, naopak zvolená finální vodní modrá evokuje dlouhé klidné brouzdání širým planinami mimo civilizaci a připomíná ekologický provoz skútru.

9.2 Ekonomická funkce

9.2

Cenová hladina současných skútrů se pohybuje zhruba kolem 400 000 Kč. Můj návrh směřuje mezi větší, luxusní sněžné skútry, a to nejen použitou technikou, ale i designem. Cena bude navýšena nad stávající běžnou úroveň zvláště kvůli poměrně drahým akumulátorům a složitější technice. Odhadem by navýšení mohlo činit 100 000 Kč. Do ceny se promítá mnoho faktorů, jako nejvhodnější se mi jeví výroba v Kanadě, kde jsou poměrně dostupné výrobní technologie a také americký a kanadský trh sněžných skútrů je největší. Hybridní sněžný skútr by vyplnil mezeru na trhu a i díky designu by zaujal mnoho potenciálních zákazníků, kteří by chtěli takový stroj mít doma, jelikož by šlo o módní zboží. Výhledově do nedaleké budoucnosti by připadaly v úvahu i dotace díky ekologickému provozu, případně jiné (daňové) úlevy, které by zvýšily konkurenceschopnost hybridního skútru, než by se zvolené technologie díky sériové výrobě natolik zlevnily, že by cenou odpovídaly skútrům s tradičním pohonem. Už dnes jsou v Severní Americe běžně vládou podporované různé projekty věnující se elektromobilitě, tato vize tedy není utopií. Zvláště Kanada má výhodu velkých zásob nerostných surovin, i proto by bylo vhodné vyrábět v této lokalitě, ač pracovní síla není nejlevnější. Dalším důvodem, proč vybrat právě tuto zemi, je její zájem mít hybridní skútry ve výzbroji své armády, což nadále zvyšuje naději pro různá zvýhodnění týkající se výroby a know-how. Spolehlivá služba v náročných podmínkách vojenského provozu by byly nejlepší referencí pro nezaběhlou hybridní technologii. Cílovou skupinou by tak byl široký okruh lidí. Jednak ti, kteří si uvědomují důležitost zachování životního prostředí pro další generace a chtějí být v tomto ohledu vzorem pro ostatní, dále lidé, kteří používají skútr pro delší projížďky s převahou upravených cest a ti, kterým záleží na jedinečném neokoukaném designu, díky němuž se stanou středem pozornosti, ale i ti, co skútr používají při práci, například v lyžařských střediscích. Ač počáteční investice je vyšší, provoz hybridního skútru bude levnější díky nižší spotřebě, tímto se při určitém ročním nájezdu kilometrů vrací vložené peníze. Životnost elektrického pohonu se odhaduje nad 400 000 km, což nijak neomezuje životnost celého skútru. [60]

9.3 Sociální funkce

Návrh hybridního sněžného skútru má silný morální základ, záměrem je použitím moderních technologií zajistit ekologický provoz při zachování dostatečného dojezdu. Použitá technologie tedy apeluje na ostatní jezdce, provozující benzinové skútry, aby se zamysleli, zda je nezbytné zatěžovat životní prostředí vysokými emisemi. V kopcovitém terénu má opodstatnění rekuperace energie, při sjezdu se baterie dobíjí, díky tomu se prodlužuje akční rádius, respektive využitelnost stroje.

Sportování na sněžném skútru je provozováno především kvůli pocitům z jízdy, bezprostředního kontaktu s okolím, tedy sněhem, případně pocitem rychlosti. Jezdec se snaží posouvat své limity dál v různých situacích od zatáček přes skoky až po pokořování strmých stoupání. On sám působí jako protiváha sil působících na stroj. V zatáčce se proto naklání, jindy zase koriguje polohu těžiště předklonem či záklonem. Není proto třeba jezdce izolovat od vnějších vlivů, je pouze nutné eliminovat prochlazení exponovaných částí těla. Mám na mysli především ruce a kolena. Řídítka jsou proto vyhřívana a nohy kryty před přímým prouděním ledového vzduchu tvarem skútru.

Vzhledem k určité exkluzivitě není skútr cílen na nižší sociální vrstvy, ke koupi má nadchnout zvláště ty, kteří mají estetické cítění a chtějí být výjimeční. Jedinečnost však není docílena okázalostí, ale promyšleným tvarováním a decentními křivkami, nehrozí proto, že by se skútr stal symbolem hýřivého způsobu života. Při navrhování byl kladen důraz na nekonfliktní design.

Nákup takového skútru by tak neměl být pouhá rozumová, ale také srdeční záležitost, v takovém případě je akceptovatelná i teoretický vyšší pořizovací cena, která odráží vysokou estetickou hodnotu, stejně jako technické novinky. Tuto cenu by srazila sériová výroba, případně další modely (například jednomístný, ryze užitkový atd.) na stejném technickém základu.

Tento skútr by v případě zařazení do výrobního programu tvořil výkladní skříň hi-tech daného výrobce s působivým designem. Šlo by o vlajkovou loď, která by tvořila image značky. Skútr by se totiž prezentoval jako velice ohleduplný k životnímu prostředí, na což v současné době mnozí slyší. Zároveň by takový produkt podporoval vývoj nových technologií, není žádným tajemstvím, že energetická hustota baterií není ideální a v tomto směru je co zlepšovat. Tím by se podpořil nejen lokální průmysl. V horských oblastech a přírodních parcích na severu si lidé uvědomují, že je nutné zachovat přírodu kolem, aby nepolevoval turismus. Navíc v takovém prostředí je často sněžný dopravní prostředek jedinou možností, jak se dostat do práce a zpět a tady by právě hybridní sněžný skútr získával na popularitě.

Spojením hybridního pohonu a kvalitního designu bylo dosaženo vysoké image skútru a po nasednutí se reputace dále zlepšuje, do detailu propracovaná ergonomie snižuje zátěž všech částí těla jezdce na obou pozicích a zvyšuje pohodlí a bezpečnost.

9.4 Další funkce

Již bylo zmíněno, že skútr může být snadno upraven pro použití v kanadské armádě. Bylo velkou motivací, že o hybridní skútr je na trhu skutečně zájem, ale nabídka neexistuje. Návrh má velký potenciál a zachycení nástupu hybridních skútrů

může znamenat vzestup popularity výrobce. V armádě skútr nebude sloužit k bojovým účelům, ale pouze ke kontrole rozsáhlých území na severu Kanady. Vzhledem ke globálnímu oteplování se dříve nedostupné lokality stávají terčem zájmu těžařských společností a v některých případech dokonce způsobují hádky o kontrole území mezi různými státy. Tyto důvody vedou Kanadu k úmyslu kontrolovat svá neobydlená, avšak na nerostná bohatství cenná teritoria. Pomoci tomu mají i hybridní skútry, které se mohou pohybovat téměř neslyšně. Úpravy na mém návrhu skútru by zahrnovaly použití sandwichového materiálu na kryty karoserie, které by účinněji tlumily hlučnost. Vrchní vrstva by stále zajišťovala mechanickou odolnost, díky karbonovým částicím by tlumila odrazy rádiových vln a odrážela by hluk o nižší vlnové délce zpět do motorového prostoru, nehořlavá pěnová výstelka, používaná například u lodních motorů, by pak tlumila šíření vln o vyšší vlnové délce a navíc by sloužila jako tepelná izolace. Kvůli snížení tepelné stopy by byl přizpůsoben i zadní díl, který by přiváděl chladný vzduch ke koncovce výfuku a snižoval by teplotu výfukových plynů. Nejviditelnější změnou designu by znamenalo použití digitální optické kamufláže pro arktické prostředí, jejímž základem je bílá barva, na níž jsou obrazce v různých odstínech šedé. Díky tomu je omezena zjištělnost objektu. Požadavky na dojezd, 15 km na čistě elektrický pohon rychlostí 30 km/h a 100 km rychlostí 20 km/h na benzín, jsou splněny. Požadovaná maximální rychlost 75 km/h rovněž není problém. [17] [61] [33]

ZÁVĚR

Finální návrh sněžného skútru je dvoumístný, používá hybridní technologii se sériovým zapojením motorů. Určen je pro rekreační a sportovní jezdce, kteří využívají možnosti jízdy jak v hlubokém sněhu, tak na rolbou upravené cestě. Vhodný je například pro provoz v lyžařském středisku, kde se naplno uplatní rekuperace energie při sjezdu. Motivací pro toto téma byla existující poptávka, ale chybějící nabídka. Exkluzivita je zajištěna tedy již volbou pohonu, ale hlavním cílem bylo vytvořit jedinečný design, jehož největší předností bude nadčasovost a neokoukanost. Kompaktní dynamické tvarování se vymezuje vůči agresivnímu designu z roztržitých ploch současných sněžných skútrů. Snahou bylo dosáhnout širokého uplatnění, proto může být skútr poměrně snadno upraven pro potřeby kanadské armády. Tato práce vyřešila i vztah designu k několika hlavním oblastem diskutovaných při vývoji, především ergonomii, konstrukci a použitým technologiím.

Ergonomické zákonitosti omezují do značné míry design sněžného skútru, přesto se díky netradičnímu rozdělení ploch a materiálů podařilo vytvořit vyhovující řešení, pohodlné a bezpečné pro jednoho i dva jezdce. Jejich pozice je ergonomicky příkladná, nedochází k přetěžování žádné části těla, veškeré ovladače jsou lehce dostupné, zorné úhly nejsou omezeny a čitelnost přístrojů je rovněž na vysoké úrovni.

Materiály použité při konstrukci respektují aktuální vývoj a patří k nejlepším volbám v dané kategorii, přednostně u nich byl kladen důraz na nízkou hmotnost. Hliníkový rám je velmi tuhý a lehký, společně s předními a zadními závěsy efektivně absorbuje vibrace a je základním prvkem, který určuje polohu těžiště. Díly kapoty jsou vyrobeny ze sklolaminátu, který lze velmi snadno tvarovat, je lehký a relativně levný.

Hybridní pohon je tvořen akumulátory, které se v případě vyčerpání kapacity dobíjí dvouválcovým spalovacím motorem a jsou tak neustále schopny dodávat energii dvěma elektromotorům, pohánějícím pás přes variátor. Spalovací motor tedy nikdy přímo nepohání pás, je pouze zdrojem energie, která může být při jízdě z kopce získávána rekuperací nebo přímo ze sítě.

Design reflektuje aktivní používání skútru a sám vytváří dojem rychlosti díky klínovitému profilu. Elegance je dosažena vyváženým působením hmot a dodržením tvarových principů typických pro sněžné skútry. Významným posunem kupředu je zjemněný přechod široké přední části v úzký zadní tunel. Věvodícím estetickým prvkem se stala dynamická vlna tmavé barvy propojující přední a zadní část a opticky snižující skútr. Prostorově náročnou hybridní techniku se podařilo uzavřít do rozměrově nevymykající se sportovní karoserie. Design a konstrukce se vzájemně doplňují a ač vždy zákonitě jde o určitý kompromis, není u návrhu omezena ani funkční, ani estetická stránka. Lze tedy konstatovat, že byly splněny cíle diplomové práce na odpovídající úrovni.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1]. **ROGERS, Lore.** *Th Lombard Log Hauler, A National Historic Engineering Landmark.* Maine : Maine Department of Conservation, Bureau of Parks and Lands, 2004.
- [2]. **AUBRECHT, František.** Ruské a sovětské aerosaně. *Válka.cz.* [Online] 2007. [Citace: 20. říjen 2012.] http://www.valka.cz/clanek_12211.html.
- [3]. Aerosaně. *Tankist.* [Online] 2012. [Citace: 25. říjen 2012.] <http://www.panzernet.net/tankist/stranky/ostatni/sans.php>.
- [4]. **KINNEAR, Jim.** *Aerosan.* Tankograd : Tankograd Publishing, 2010. ASIN: B004SWDZNK.
- [5]. Unusual Soviet Snowmobile Equipment. *English Russia.* [Online] 2010. [Citace: 25. říjen 2012.] <http://englishrussia.com/2010/10/05/unusual-soviet-snowmobile-equipment/>.
- [6]. Winipisauke Forum. *Winipisauke.* [Online] 2005. [Citace: 25. říjen 2012.] <http://www.winnipisauke.com/forums/showthread.php?t=1507>.
- [7]. Harley Museum displays rare artifacts and some ideas that didn't stick. *Resurrected Restorations.* [Online] 2011. [Citace: 30. říjen 2012.] <http://resurrectedrestorations.com/2011/07/16/harley-museum-displays-rare-artifacts-and-some-ideas-that-didn%E2%80%99t-stick/>.
- [8]. **BURDICK, Stephen.** Carl Eliason's Motor Toboggan. *Snowmobile.com.* [Online] 2009. [Citace: 30. říjen 2012.] <http://www.snowmobile.com/manufacturers/others/carl-eliasons-motor-toboggan-852.html>.
- [9]. BRP History. *BRP.* [Online] 2012. [Citace: 30. říjen 2012.] <http://www.brp.com/en-ca/company/history>.
- [10]. **MACDONALD, Larry.** *The Bombardier story: planes, trains, and snowmobiles.* Etobicoke, Ont. : [Chichester]: Wiley, 2002. ISBN 978-047-0831-960.
- [11]. A tribute to Ski-doo Elan. *Reproduction Vintage Parts.* [Online] [Citace: 4. listopad 2012.] <http://www.reproductionvintageparts.com/elan/>.
- [12]. Polaris Industries Inc. History. *Funding Universe.* [Online] 2001. [Citace: 30. říjen 2012.] <http://www.fundinguniverse.com/company-histories/polaris-industries-inc-history/>.
- [13]. **RODENG, Jeffrey.** *The Legend of Polaris.* Fort Lauderdale : Write Stuff Enterprises, 2003. ISBN 09-459-0392-8.
- [14]. Epic Yamaha Snowmobiles. *Yamaha.* [Online] [Citace: 4. listopad 2012.] http://www.yamaha-motor.com/sport/epic_snow/epichome.aspx.
- [15]. Alpina Snowmobiles. *Alpina Snowmobiles.* [Online] [Citace: 4. listopad 2012.] <http://www.alpina-snowmobiles.com/>.
- [16]. **NAGAO, Tokinari.** *Snowmobile [patent].* US 8,276,700 B2 USA, 2. říjen 2012. Dostupné z: <https://docs.google.com/a/google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US8276700.pdf>.
- [17]. **Canada, Defence R&D.** Development of Hybrid-Electric Snowmobile Technology. Ottawa : Defence R&D Canada, 2011.
- [18]. Snowmobile Trail Siting, Construction and Maintenance on Forest Preserve Lands in the Adirondack Park. *Management Guidance.* [Online] 2009. [Citace: 8. března 2013.] http://www.dec.ny.gov/docs/lands_forests_pdf/snowmanguid.pdf.

- [19]. **HARTMAN, Dennis.** Series Vs. Parallel Hybrid. *eHow*. [Online] 2012. [Citace: 22. říjen 2012.] http://www.ehow.com/about_6130613_series-vs_-parallel-hybrid.html.
- [20]. **KAMEŠ, Josef.** *Alternativní pohony automobilů*. Praha : BEN - technická literatura, 2008. ISBN 978-80-7300-127-8.
- [21]. **TATE, E. D., Harpster, M. O. a Savagian, P. J.** *The Electrification of the Automobile*. Detroit : SEA International, 2008. ISBN 978-0-7680-1639-0.
- [22]. **RIBAU, João.** Analysis of four-stroke, Wankel, and microturbine based range extenders for electric vehicles. *ScienceDirect*. [Online] 2012. [Citace: 22. říjen 2012.] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890412000271>.
- [23]. **FISCHER, Michael.** Science Direct. *Batteries: Higher energy density than gasoline?* [Online] 2009. [Citace: 22. říjen 2012.] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509001323>.
- [24]. Empulse Specifications. *Brammo*. [Online] 2013. [Citace: 5. březen 2013.] http://www.brammo.com/empulse_specifications/.
- [25]. 2013 Zero DS Specifications. *Zero Motorcycles*. [Online] 2013. [Citace: 5. březen 2013.] <http://www.zeromotorcycles.com/zero-ds/specs.php>.
- [26]. **Wisconsin, University of.** Past Snowmobiles. *Wisconsin Snowmobile*. [Online] 2012. [Citace: 4. listopad 2012.] http://www.badgersnowmobile.com/past_snowmobiles.html.
- [27]. **DORRELL, David.** Comparison of Different Motor Design Drives for Hybrid Electric Vehicles. Sydney : University of Technology Sydney, 2007.
- [28]. **BALDUS, Benjamin.** *Advanced Snowmobile Track Design*. Madison : University of Maine, 2007.
- [29]. **SURPRENANT, Rémi.** The future of the 2-stroke engine snowmobiles. Pittsburgh : SAE International, 2005.
- [30]. **KERNER, Richard a KARNOWSKI, Jeremy.** *Snowmobile Chassis [patent]*. US 2006/0085966 A1 USA, 27. duben 2006. Dostupné z: <https://docs.google.com/a/google.com/viewer?url=www.google.com/patents/US20060085966.pdf>.
- [31]. **GIRUARD, Bruno.** *Frame Construction for a Vehicle [patent]*. US 7,188,693 B2 USA, 13. březen 2007. Dostupné z: <https://docs.google.com/a/google.com/viewer?url=www.google.com/patents/US7188693.pdf>.
- [32]. Motorcycle Frames Explained - The Frame Game. *Superstreetbike*. [Online] 2009. [Citace: 10. březen 2013.] http://www.superstreetbike.com/howtos/0909_sbkp_motorcycle_frames_explained/viewall.html.
- [33]. Soundown. *Handbook of Noise Control Materials*. [Online] 2004. [Citace: 4. Listopad 2012.] <http://www.soundown.com/Section%203%20PDFs/Handbook.pdf>.
- [34]. **SADLER, Lisa.** Scribd. *Canadian Battle Dress Uniform*. [Online] 2011. [Citace: 5. Listopad 2012.] <http://www.scribd.com/doc/50671692/Canadian-Battle-Dress-Uniform-PDF>.
- [35]. Snowmobile Concept by Dominic Schindler Creations. *Igreenspot*. [Online] 2008. [Citace: 22. listopad 2012.] <http://www.igreenspot.com/snowmobile-concept-by-matus-prochaczka/>.
- [36]. **IGARASHI, Yutaka.** *ID Performance*. [Online] 2002. [Citace: 22. listopad 2012.]

- [37]. **COVI, Jessica.** Green Alpine Vehicle: Hydrogen fueled electric snowmobile for snow clad terrains. *Ecofriendly*. [Online] 2011. [Citace: 22. listopad 2012.] <http://www.ecofriend.com/green-alpine-vehicle-hydrogen-fueled-electric-snowmobile-for-snow-clad-terrains.html>.
- [38]. **RUBÍNOVÁ, D.** *Metodika zahrnutí ergonomických aspektů do designérského návrhu*. Brno : VUT FSI, 2002.
- [39]. Snowmobiling's 10 Most Important Designs. *SnowGoer*. [Online] 2. Leden 2007. [Citace: 19. Duben 2013.] <http://www.snowgoer.com/snowmobiling-features/snowmobilings-10-most-important-designs/0112/#.UYVJvUrdfKc>.
- [40]. *Ergonomics Aspects on Snowmobile Driving*. **B., TORSTRUP**. 58, místo neznámé : Arctic Medical Research, 1994. PMID 7710592.
- [41]. **WATSON, Petr.** *Snowmobile with active rider positioning*. US 2009/0211827 A1 USA, 27. Srpen 2009.
- [42]. **OPENSHAW, Scott.** *Ergonomics and Design, A Reference Guide*. Muscatina, Iowa : Allsteel, 2006.
- [43]. **DREYFUSS, Henry.** *The Measure of Man: human factors in design*. New York, N.Y : Whitney Library of Design, 1959. ISBN 08-230-7370-X.
- [44]. The ergonomics checklist for manual work systems. *Lean Products*. [Online] [Citace: 17. Duben 2013.] http://www.leanproducts.eu/eng/sistemi_principi.php.
- [45]. **PLICHTA, E.J., BEHL, W.K.** A low-temperature electrolyte for lithium and lithium-ion batteries. *ScienceDirect*. [Online] 2000. [Citace: 3. Listopad 2012.] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775300003670>.
- [46]. Engine weight - WR450 . *ThumperTalk*. [Online] 2003. [Citace: 16. Duben 2013.] <http://www.thumpertalk.com/topic/96905-engine-weight-wr450/>.
- [47]. **GIRLITOS, Kirby.** 2013 Yamaha Phazer M-TX . *TopSpeed*. [Online] 5. Březen 2013. [Citace: 16. Duben 2013.] <http://www.topspeed.com/motorcycles/motorcycle-reviews/yamaha/2013-yamaha-phazer-m-tx-ar131346.html>.
- [48]. **RIDDEN, Paul.** Student-designed Roskva electric motorcycle launched. *Gizmag*. [Online] 25. Červenec 2012. [Citace: 17. Duben 2013.] <http://www.gizmag.com/roskva-electric-motorcycle-launched/23426/>.
- [49]. **ŠIMON, Josef.** Jak se dělá elektromotor. *Elektro*. Náchod : ATAS elektromotory Náchod, 2011. 2/2011.
- [50]. Physics of Snowmachining. *123HelpMe.com*. [Online] 2012. [Citace: 3. listopad 2012.] <http://www.123HelpMe.com/view.asp?id=153536>.
- [51]. **URQUHART, Jim.** Inside Modern Snowmobile Drive Belts. *Snowmobile.com*. [Online] 19. Duben 2012. [Citace: 18. Duben 2013.] <http://www.snowmobile.com/how-to/inside-modern-snowmobile-drive-belts-1564.html>.
- [52]. **VLK, František.** Rámy a odpružení motocyklů. *Soudní inženýrství*. Brno : VUT v Brně, 2004.
- [53]. **BEDARD, Yvon.** *Side panel for a snowmobile*. US 7,124,846 B2 USA, 26. Říjen 2006.
- [54]. Jak funguje variátor. *Scootland*. [Online] [Citace: 20. Duben 2013.] <http://www.scootland.cz/scooter-tuning-jaknato/jak-funguje-variator/>.
- [55]. **TOYOCHIKA, Etou.** *Frame assembly for snowmobile*. US 7,014,004 B2 USA, 21. Březen 2006.

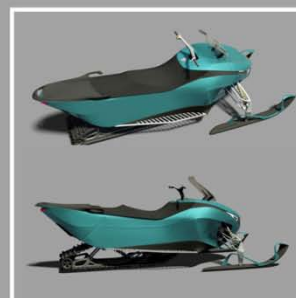
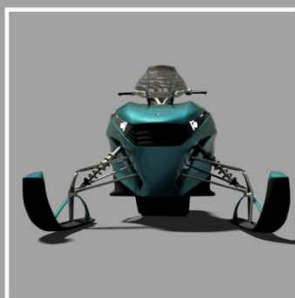
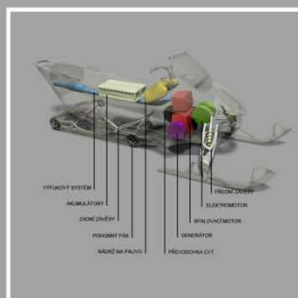
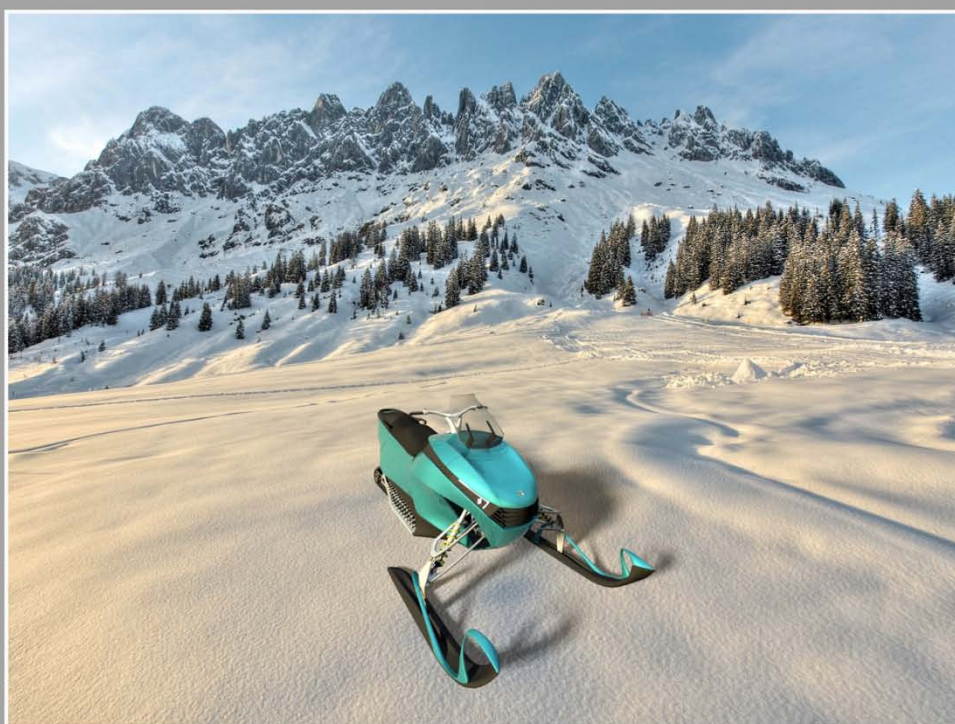
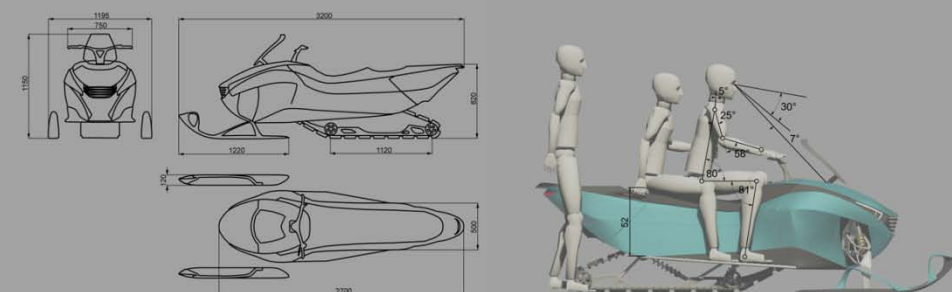
- [56]. 2008 Can-AM DS 450 EFI Features and Specs. *Offroad.com*. [Online] 2. Červen 2007. [Citace: 20. Duben 2013.] <http://www.off-road.com/atv/tech/2008-canam-ds-450-efi-features-and-specs-33936.html>.
- [57]. **GIESE, Timothy.** *Snowmobile and Rear Suspension for Snowmobile. US 2010/0071982 A1* USA, 25. Březen 2010.
- [58]. The Vinyl Advantage in Transportation Interiors. *Chemical Fabrics and Film*. [Online] [Citace: 19. Duben 2013.] http://www.chemicalfabricsandfilm.com/pdfs_researchSection/transportationbrochure.pdf.
- [59]. Custom Motorcycle Seat Cover Materials. *Motorbike Saddles*. [Online] [Citace: 19. Duben 2013.] <http://www.motorbikesaddles.com/Custom%20Seat%20Materials.htm>.
- [60]. Zero DS. *ZERO Motorcycles*. [Online] 2012. [Citace: 4. listopad 2012.] <http://www.zeromotorcycles.com/zero-ds/specs.php>.
- [61]. **MICHEL, D.** *Radar Absorbing Materials and Microwave Shielding Structures Design: By using Multilayer Composite Materials, Nanomaterials and Evolutionary Computation*. Ancona : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. ISBN 978-3846559390.
- [62]. **STOERMER, Greg.** Snowmobile Sports Car Has Been Designed to Lead the Racetrack. *Tuvie*. [Online] 2009. [Citace: 22. listopad 2012.] <http://www.tuvie.com/snowmobile-sports-car-has-been-designed-to-lead-the-racetrack/>.
- [63]. **GICAS, Evangelos.** Snowmobile dreams about being a. *DesignBuzz*. [Online] 2009. [Citace: 22. listopad 2012.] <http://www.designbuzz.com/snowmobile-dreams-to-be-a-racing-motorbike/>.
- [64]. **ERIKSSON, Thomas.** Polaris Sno-Traveler K70-D. *Passagen*. [Online] 2011. [Citace: 4. Březen 2013.] <http://www.hem.passagen.se/crawhill/>.
- [65]. **BONIKOWSKI, Michal.** Beastly Beauty In The Snow. *Yanko Design*. [Online] 2012. [Citace: 22. listopad 2012.]
- [66]. **AUBRECHT, František.** Ruské a sovětské aerosaně. *Válka.cz*. [Online] 2007. [Citace: 21. říjen 2012.] http://www.valka.cz/html_images/1_2008/image1200246307.jpg.
- [67]. Historic Settlement. *Leonard's Mills*. [Online] 2007. [Citace: 20. říjen 2012.] <http://www.leonardsmills.com/media/pics/Lombard.jpg>.
- [68]. Carl Eliason. *Off-Road*. [Online] [Citace: 30. říjen 2012.] <http://www.off-road.com/aimages/articlestandard/snowmobile/262007/438279/2Eliason.jpg>.
- [69]. 2013 Showroom. *Ski.Doo Snowmobiles*. [Online] 2013. [Citace: 1. leden 2013.] <http://www.ski-doo.com/showroom/all-series.aspx>.
- [70]. **NISHIJIMA, Shinichi.** *Snowmobile Exhaust System. US 6,802,383 B2* USA, 12. 10 2004.
- [71]. Motorcycles. *About.com*. [Online] [Citace: 25. říjen 2012.] <http://0.tqn.com/d/motorcycles/1/0/V/T/0/-/Motor-Bob.jpg>.
- [72]. Hybrid Snowmobile. *CASR*. [Online] 17. srpen 2011. [Citace: 20. prosinec 2012.] <http://www.casr.ca/doc-npp-hybrid-snowmobile.htm>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Lombard Log Hauler [67]	10
Obr. 2 Sikorského vrtulové saně [66]	11
Obr. 3 Harley-Davidson Motor Bob [71]	11
Obr. 4 Carl Eliason a jeho Toboggan [68]	12
Obr. 5 První skútr Ski-Doo [9]	13
Obr. 6 Polaris Sno-Traveler [64]	14
Obr. 7 Yamaha Phazer, 1984 [14]	15
Obr. 8 Schéma pohonných součástí [70]	16
Obr. 9 Schéma pohonných součástí [72]	17
Obr. 10 Yamaha Snowbike [62]	20
Obr. 11 Dominic Schindler Snowmobile koncept [35]	21
Obr. 12 Návrh závodního skútru [63]	22
Obr. 13 Koncept skútru na dálkové ovládání [36]	22
Obr. 14 Obr. 33 Koncept Nanuq [37]	23
Obr. 15 Uzavřený sněžný skútr od Yanko Design [65]	24
Obr. 16 Uzavřený sněžný skútr od Yanko Design [69]	24
Obr. 17 Variantní studie designu 1	26
Obr. 18 Variantní studie designu 2	27
Obr. 19 Variantní studie designu 3	28
Obr. 20 Ergonomie skútru	31
Obr. 22 Ergonomie 5-percentilního muže	32
Obr. 21 Ergonomie 95-percentilního muže	32
Obr. 23 Ovladače a sdělovače	33
Obr. 24 Design finální varianty	34
Obr. 25 Model v 3Ds Max	35
Obr. 26 Boční pohled na skútr	36
Obr. 27 Detail přídě	37
Obr. 29 Detail lyže se zavěšením	38
Obr. 28 Detail zádě	38
Obr. 30 Detail loga na kapotě	41
Obr. 31 Barevné varianty	42
Obr. 32 Grafika přístrojového štítu	43
Obr. 33 Součásti pohonného systému	44
Obr. 34 Motor Yamaha Phazer Genesis FI [44]	45
Obr. 35 Rám skútru s dominantním tunelem	47
Obr. 36 Detail předních závěsů	48
Obr. 37 Výrazné osvětlení v noci	49

SEZNAM PŘÍLOH

- [1] Náhledy posterů 4xA4
- [2] Sumarizační poster 1xA1
- [3] Technický poster 1xA1
- [4] Designérský poster 1xA1
- [5] Ergonomický poster 1xA1
- [6] Model v měřítku 1:7
- [7] Dokumentační CD
- [8] Fotografie modelu

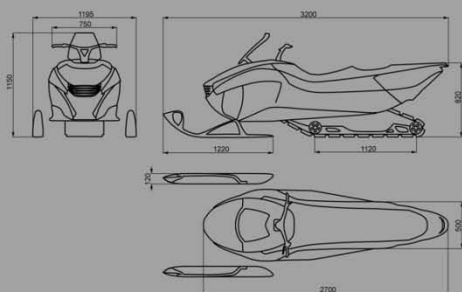


DESIGN SNĚŽNÉHO SKÚTRU

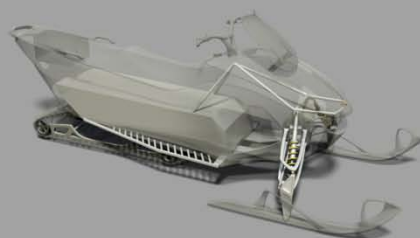
PAVEL ČERVENÝ

6/2013 | VEDOUcí PRÁCE: MgA. David Karásek | ÚK FSI VUT Brno | Odbor průmyslového designu

ústav
konstruování



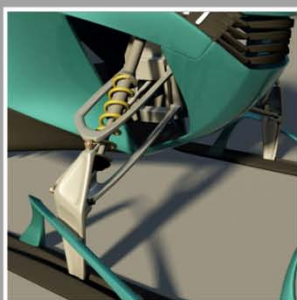
ZÁKLADNÍ ROZMĚRY V MM



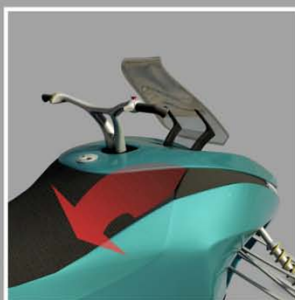
KOMBINOVANÝ HLINÍKOVÝ RÁM



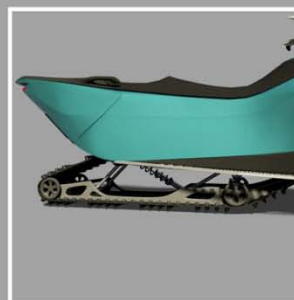
1 SPALOVACÍ MOTOR | 2 ELEKTROMOTOR | 3 GENERÁTOR | 4 PŘEVODOVKA CVT | 5 NÁDRŽ NA PALIVO | 6 AKUMULÁTORY
7 VÝFUKOVÝ SYSTÉM | 8 ZAVAZADLOVÝ PROSTOR | 9 ZÁVĚSY LYŽÍ | 10 LYŽE | 11 ZADNÍ ZÁVĚSY | 12 POHONNÝ PÁS



DETAIL ZÁVĚSÍ LYŽÍ



DETAIL PŘEDNÍ ČÁSTI S VÍČKEM
PALIVOVÉ NÁDRŽE, ŘIDÍTKY,
VĚTRNÝM ŠTÍTKEM A VÝVODEM
TEPLÉHO VZDUCHU OD MOTORU



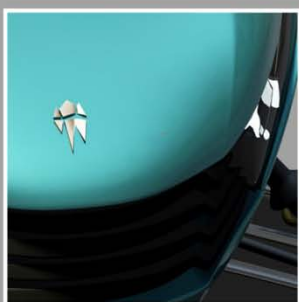
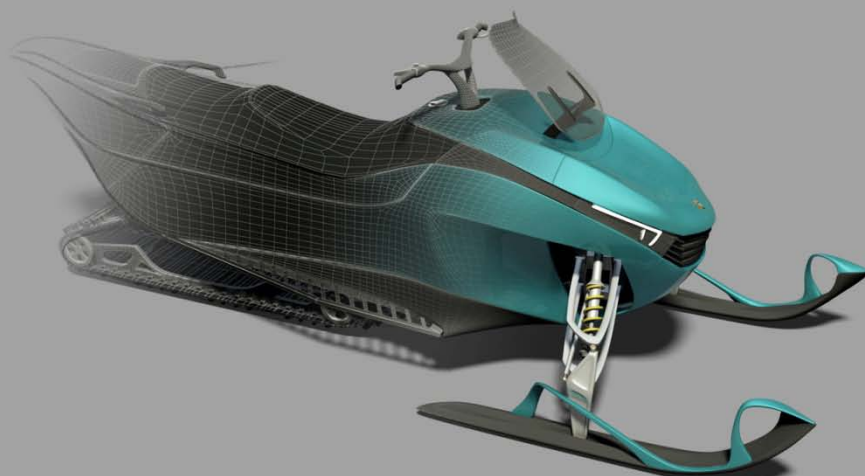
DETAIL ZÁVĚSU POHONNÉHO PÁSU

DESIGN SNĚŽNÉHO SKÚTRU

PAVEL ČERVENÝ

6/2013 | VEDOUČÍ PRÁCE: MgA. David Karásek | ÚK FSI VUT Brno | Odbor průmyslového designu

ústav
konstruování



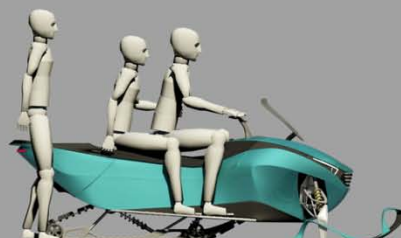
DESIGN SNĚŽNÉHO SKÚTRU PAVEL ČERVENÝ

6/2013 | VEDOUcí PRÁCE: MgA. David Karásek | ÚK FSI VUT Brno | Odbor průmyslového designu

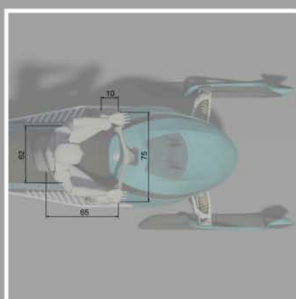
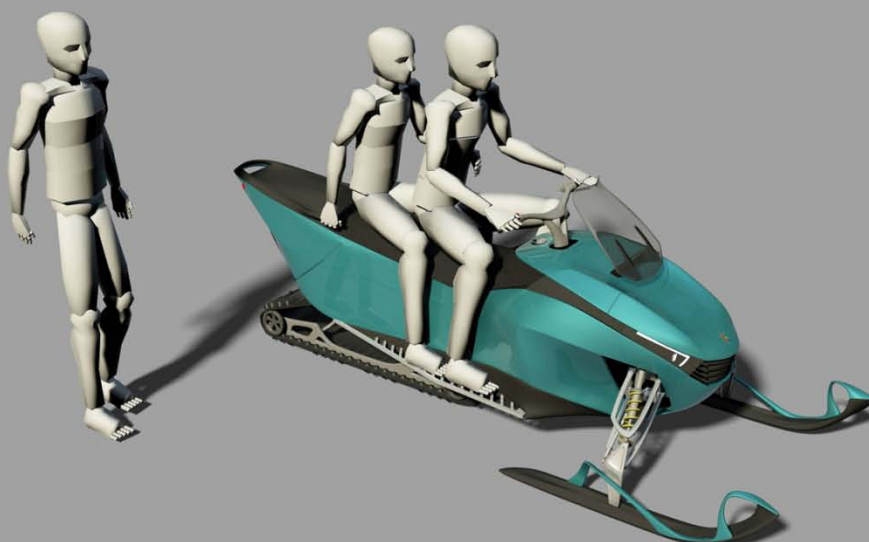
ÚK ústav
konstruování



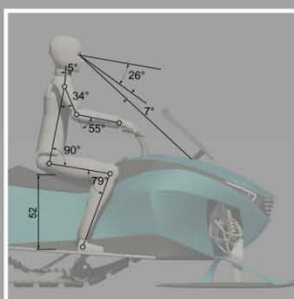
POHODLNÁ POZICE ZA ŘÍDÍTKY, DOBRÝ DOSAH NA OVLADAČE
PŘEHLEDNÝ ŠTÍTEK S PROVOZNÍMI ÚDAJI



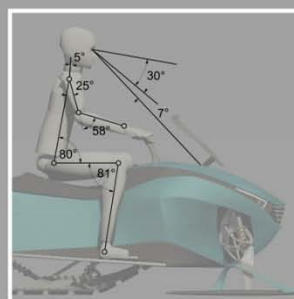
POZICE DVOU JEZDCŮ ZA SEBOU, DRUHÝ JEZDEC MÁ K DISPOZICI MADLO
POMĚRNÁ VELIKOST SKÚTRU VŮČI STOJÍCÍMU MUŽI



POZICE JEZDCE VŮČI ŘÍDÍTKŮM



5-PERCENTILNÍ MUŽ NA POZICI JEZDCE,
DÍKY VHDNÉ ERGONOMII JE I DLOUHÁ
CESTA KOMFORTNÍ A BEZPEČNÁ



95-PERCENTILNÍ MUŽ NA POZICI JEZDCE,
POLOHA A ZORNÉ ÚHLY MAJÍ ERGONOMICKY
VELMÍ DOBRÉ HODNOTY

DESIGN SNĚŽNÉHO SKÚTRU

PAVEL ČERVENÝ

6/2013 | VEDOUcí PRÁCE: MgA. David Karásek | ÚK FSI VUT Brno | Odbor průmyslového designu

ústav
konstruování

